

# CIÊNCIAS AGRÁRIAS E MEIO AMBIENTE

PESQUISAS, DESAFIOS E INOVAÇÕES  
TECNOLÓGICAS

VOLUME II

## ORGANIZADORES

Andréia Monique Lermen

Higor Costa de Brito



# CIÊNCIAS AGRÁRIAS E MEIO AMBIENTE

PESQUISAS, DESAFIOS E INOVAÇÕES  
TECNOLÓGICAS

VOLUME II

## ORGANIZADORES

Andréia Monique Lermen

Higor Costa de Brito





**2023 - Editora Amplla**

**Copyright** © Editora Amplla

**Editor Chefe:** Leonardo Pereira Tavares

**Design da Capa:** Editora Amplla

**Diagramação:** Higor Brito

**Ciências agrárias e meio ambiente: pesquisas, desafios e inovações tecnológicas – Volume 2** está licenciado sob CC BY 4.0.



Esta licença exige que as reutilizações deem crédito ao criador. Ele permite que os reutilizadores distribuam, remixem, adaptem e construam o material em qualquer meio ou formato, mesmo para fins comerciais.

O conteúdo da obra e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, não representando a posição oficial da Editora Amplla. É permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores. Todos os direitos para esta edição foram cedidos à Editora Amplla.

**ISBN:** 978-65-5381-123-2

**DOI:** 10.51859/amplla.cam3132-0

**Editora Amplla**

Campina Grande – PB – Brasil  
contato@ampllaeditora.com.br  
www.ampllaeditora.com.br



**2023**

# CONSELHO EDITORIAL

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará  
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará  
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia  
Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista  
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande  
Carlos Augusto Trojaneiro – Prefeitura de Venâncio Aires  
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas  
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará  
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí  
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande  
Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba  
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais  
Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande  
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano  
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí  
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará  
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador  
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará  
Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará  
Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura  
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande  
Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande  
Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas  
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará  
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas  
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina  
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas  
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo  
Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba  
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife  
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará  
Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia  
Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos  
Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador  
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Luana Maria Rosário Martins – Universidade Federal da Bahia  
Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará  
Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário

Luciana de Jesus Botelho Sodré dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão  
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central  
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande  
Marcelo Alves Pereira Eufrasio – Centro Universitário Unifacisa  
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará  
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz  
Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia  
Maria Carolina da Silva Costa – Universidade Federal do Piaul  
Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal do Amazonas  
Mário C zar de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia  
Michele Antunes – Universidade Feevale  
Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais  
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense  
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso  
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia  
Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão  
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos  
Re ngela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará  
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras  
Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns  
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Ricardo Leonil Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará  
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande  
Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acara   
Sabryna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais  
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará  
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia  
Silvana Carlotto Andres – Universidade Federal de Santa Maria  
Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca  
Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus  
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Thiago Sebastil o Reis Contarato – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba  
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras  
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology  
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande  
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima  
Y scara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande  
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz  
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande

2023 - Editora Ampla

Copyright © Editora Ampla

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Diagramação: Higor Brito

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

C569

Ciências agrárias e meio ambiente: pesquisas, desafios e inovações tecnológicas / Organizadores Organizadores Andréia Monique Lermen, Higor Costa de Brito. – Campina Grande/PB: Ampla, 2023.

(Ciências agrárias e meio ambiente, V. 2)

Livro em PDF

ISBN 978-65-5381-123-2

DOI 10.51859/ampla.cam3132-0

1. Ciências agrárias. 2. Meio ambiente. 3. Inovação tecnológica. I. Lermen, Andréia Monique (Organizadora). II. Brito, Higor Costa de (Organizador). III. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Ciências agrárias

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

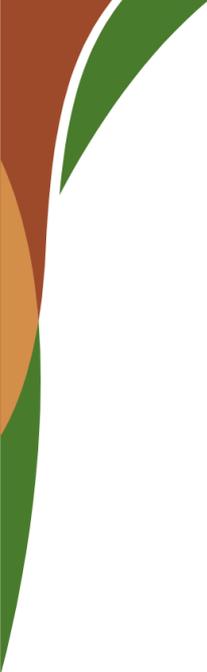
# PREFÁCIO

As ciências agrárias são uma área multidisciplinar do ensino, abrangendo temáticas voltadas para a agronomia, zootecnia, medicina veterinária, engenharia florestal, engenharia agrícola, engenharia de pesca, ciência e tecnologia de alimentos, agronegócios, topografia e bioquímica. É um tema de estudo de extrema relevância para o desenvolvimento sustentável do país, e nesse sentido, busca-se o aprimoramento técnico, o aumento produtivo, melhorias no manejo e a preservação dos recursos naturais.

Contudo, com a crescente demanda por alimentos e bens de consumo devido ao aumento populacional e as mudanças nos padrões de consumo humano, há atualmente uma maior exploração de recursos naturais, inúmeros problemas de poluição ambiental e por consequência, uma crise ambiental. Considerando a abrangência das ciências agrárias e sua multidisciplinaridade, esta pode ser fundamental na busca pela conservação ambiental.

Portanto, as ciências agrárias são capazes de desenvolver pesquisas visando o aperfeiçoamento e o desenvolvimento de novas tecnologias que contribuam para a exploração adequada dos recursos naturais, aumento da produtividade agrícola e animal, comercialização de produtos, desenvolvimento e modernização de equipamentos. Apesar dos desafios impostos, é através da pesquisa que é possível alcançar novos conhecimentos, realizar melhorias em diversos setores e obter inovações tecnológicas. No entanto, é importante ressaltar que não se deve apenas visar o desenvolvimento, a produtividade e o lucro e esquecer o meio ambiente. É necessário que o desenvolvimento econômico caminhe de mãos dadas com a proteção e conservação do meio ambiente, pois somente assim é possível atingir um desenvolvimento sustentável.

O presente livro intitulado como “Ciências agrárias e meio ambiente: pesquisas, desafios e inovações tecnológicas” reúne diversos capítulos abrangendo estudos aplicáveis a revisões bibliográficas. Espera-se que o leitor desfrute de diferentes leituras e possa refletir acerca dos assuntos abordados e até mesmo inspirar-se para realizar novos estudos e pesquisas que contribuam com as Ciências Agrárias e o Meio Ambiente.



Desejo a todos uma ótima leitura!

Andréia Monique Lermen

*Engenheira Ambiental*

*Doutoranda em Microbiologia Agrícola e do Ambiente na UFRGS*

# SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - ANÁLISE ESPACIAL E QUALITATIVA DA VULNERABILIDADE À EROSÃO RELACIONADA AGRICULTURA NO MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA (SE) .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II - ANÁLISE DO BOX PLOT PARA A IDENTIFICAÇÃO DE MESES SECOS, NORMAIS OU CHUVOSOS NA CIDADE DE ARACAJU, ESTADO DE SERGIPE DURANTE O PERÍODO DE 1990 ATÉ 2022.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO III - APLICAÇÃO DO MODELO QUAL-2E PARA SIMULAÇÃO TEÓRICA DA CAPACIDADE ASSIMILATIVA COMO FORMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO HÍDRICA DO RIO IJUÍ NO MUNICÍPIO DE PANAMBI - RS .....</b>	<b>30</b>
<b>CAPÍTULO IV - ANÁLISE DA CAPACIDADE ASSIMILATIVA DE CORPO HÍDRICO LÓTICO CONSIDERANDO VARIÁVEIS TEÓRICAS E SIMULAÇÃO POR MEIO DO MODELO QUAL-2E .....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO V - USO DE VARIÁVEIS TEÓRICAS PARA SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE ASSIMILATIVA DO RIO IJUÍ NO MUNICÍPIO ROQUE GONZALES POR MEIO DA APLICAÇÃO DO MODELO QUAL-2E.....</b>	<b>65</b>
<b>CAPÍTULO VI - ANÁLISE DE AUTODEPURAÇÃO DO RIO IJUÍ NO MUNICÍPIO DE CERRO LARGO POR MEIO DA APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO E VARIÁVEIS TEÓRICAS.....</b>	<b>81</b>
<b>CAPÍTULO VII - QUALIDADE DE ÁGUA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE PEIXES .....</b>	<b>98</b>
<b>CAPÍTULO VIII - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DOS MICROPLÁSTICOS NA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS.....</b>	<b>113</b>
<b>CAPÍTULO IX - PRÁTICAS DE BIOSSEGURIDADE EM GRANJAS AVÍCOLAS COM FINALIDADE PARA CORTE NA ILHA DO MARANHÃO.....</b>	<b>127</b>
<b>CAPÍTULO X - BEM-ESTAR DE GALINHAS POEDEIRAS – REVISÃO.....</b>	<b>146</b>
<b>CAPÍTULO XI - VINAGRE DE MAÇÃ COMO FONTE DE ÁCIDO ORGÂNICO PARA CODORNAS DE CORTE.....</b>	<b>157</b>
<b>CAPÍTULO XII - MELHORAMENTO GENÉTICO DE GADO NELORE BRASIL: UMA REVISÃO.....</b>	<b>169</b>
<b>CAPÍTULO XIII - EFICÁCIA DE DESINFETANTES FRENTE A SOROVARES DE SALMONELLA ENTERICA DE ORIGEM AVIÁRIA, COM PERFIL DE RESISTÊNCIA MÚLTIPLA A DROGAS.....</b>	<b>183</b>
<b>CAPÍTULO XIV - ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO SORO OBTIDO A PARTIR DA PRODUÇÃO DO QUEIJO COALHO: UMA AVERIGUAÇÃO SOBRE O SEU REAPROVEITAMENTO .....</b>	<b>198</b>
<b>CAPÍTULO XV - CETOSE EM VACAS LEITEIRAS – REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>209</b>
<b>CAPÍTULO XVI - IMPORTÂNCIA DO MANEJO NUTRICIONAL COMO PROFILAXIA DE DISTÚRBIOS METABÓLICOS EM EQUINOS..</b>	<b>220</b>
<b>CAPÍTULO XVII - QUALIDADE DE MAIONESES CASEIRAS SERVIDAS EM LANCHONETES DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO LUÍS-MA .....</b>	<b>230</b>
<b>CAPÍTULO XVIII - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS EM ALIMENTOS – MOLHOS ARTESANAIS COMO PARÂMETRO DE ESTUDO .....</b>	<b>240</b>
<b>CAPÍTULO XIX - CORANTES NATURAIS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA DA MODA .....</b>	<b>248</b>
<b>CAPÍTULO XX - ESTUDO ANATÔMICO E PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS VEGETAIS DAS SEMENTES DA ESPÉCIE <i>EUTERPE OLERACEA</i> MART.....</b>	<b>266</b>

<b>CAPÍTULO XXI - PANORAMA DA CACHAÇA PRODUZIDA NA REGIÃO DELTA DO MARANHÃO .....</b>	<b>278</b>
<b>CAPÍTULO XXII - CONHECIMENTO SOBRE AS ESPÉCIES <i>JATROPHA MOLLISSIMA</i> E <i>CNIDOSCOLUS QUERCIFOLIUS</i> PELOS DOS MORADORES DO ASSENTAMENTO MONTE MORIÁ, TAUÁ-CE .....</b>	<b>287</b>
<b>CAPÍTULO XXIII - REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA BRASILEIRA E MUNDIAL.....</b>	<b>301</b>
<b>CAPÍTULO XXIV - ORIENTAÇÕES PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO TURÍSTICA: CASO DO POLO SERRANO (RN/BRASIL) .....</b>	<b>318</b>
<b>CAPÍTULO XXV - OS CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS DO MÓDULO IV DA FLORESTA ESTADUAL FLOTA - AP SOBRE OS MUNICÍPIOS DE CALÇOENE E OIAPOQUE – AMAPÁ, BRASIL .....</b>	<b>330</b>
<b>CAPÍTULO XXVI - VALORAÇÃO, AVALIAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL E SUAS FACETAS: MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL .....</b>	<b>351</b>
<b>CAPÍTULO XXVII - METODOLOGIAS ALTERNATIVAS NO ENSINO DE TÉCNICAS CIRÚRGICAS DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19.....</b>	<b>365</b>
<b>CAPÍTULO XXVIII - EFICÁCIA E SEGURANÇA DOS TRATAMENTOS MEDICAMENTOSOS DA LEISHMANIOSE CANINA: REVISÃO INTEGRATIVA.....</b>	<b>381</b>
<b>CAPÍTULO XXIX - A IMPORTÂNCIA DOS EPIS PARA A SEGURANÇA DOS TRABALHADORES DE AÇOUGUES EM PAULISTANA, PIAUÍ .....</b>	<b>394</b>
<b>CAPÍTULO XXX - CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM PULVERIZADOR DE BAIXO CUSTO ADAPTADO PARA A CULTURA DE BANANA, UTILIZANDO COMO PARÂMETROS, A VAZÃO DAS PONTAS E O CUSTO OPERACIONAL.....</b>	<b>409</b>
<b>CAPÍTULO XXXI - 12 ANOS DA POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS: APESAR DA “ADOLESCÊNCIA”, A LEI PRATICAMENTE AINDA NÃO ANDOU COMO DEVERIA .....</b>	<b>420</b>

## ANÁLISE ESPACIAL E QUALITATIVA DA VULNERABILIDADE À EROÇÃO RELACIONADA AGRICULTURA NO MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA (SE)

SPATIAL AND QUALITATIVE ANALYSIS OF VULNERABILITY TO EROSION  
RELATED TO AGRICULTURE IN THE MUNICIPALITY OF ESTÂNCIA (SE)

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-1

Lenilson Santana Dinizio Júnior<sup>1</sup>  
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Sergipe – UFS

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Sergipe – UFS

### RESUMO

Para atender às demandas da sociedade, os recursos naturais vêm sendo constantemente explorados, desencadeando e acelerando desequilíbrios ambientais como se dá entre as atividades agrícolas e o processo erosivo. O processo de erosão dos solos é ocasionado por fatores naturais e potencializado por fatores antrópicos. O uso e ocupação dos solos inadequados é uma das causas que intensificam o processo erosivo, acarretando modificações adversas, como a diminuição da fertilidade dos solos, ocasionando danos ambientais e econômicos. Diante o exposto, o presente trabalho visou identificar e mapear a vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica frente às atividades agrícolas no município de Estância no Estado de Sergipe. Para a realização do trabalho, foram utilizados os dados digitais da SEMARH, MAPBIOMAS, IBGE, INPE E Google Earth, e para confecção dos mapas foi utilizado o software QGIS. Concluiu-se que os tipos de solo, declividade, altitude e uso e ocupação da terra intensificam o processo de erosão. Os produtos cartográficos gerados retrataram as características do meio físico, como os tipos de solos, declividade, hipsometria, formas de relevo e uso da terra que condicionam a erosão. Concluiu-se que os solos que possuem mais susceptibilidade à erosão são os neossolos e argissolos, principalmente quando há atividades agrícolas. Torna-se fundamental o emprego do Sistema de Plantio Direto, visando minimizar a erosão.

**Palavras-chave:** Processos erosivos. Uso e cobertura da terra. Sistema de Plantio Direto.

### ABSTRACT

In order to meet society's demands, natural resources have been constantly exploited, triggering and accelerating environmental imbalances, such as between agricultural activities and the erosion process. The process of soil erosion is caused by natural factors and enhanced by anthropic factors. The inappropriate use and occupation of soils is one of the causes that intensify the erosion process, causing adverse changes, such as the reduction of soil fertility, causing environmental and economic damage. Given the above, the present work aimed to identify and map the environmental vulnerability to water erosion in relation to agricultural activities in the municipality of Estância in the State of Sergipe. To carry out the work, digital data from SEMARH, MAPBIOMAS, IBGE, INPE and Google Earth were used, and the QGIS software was used to make the maps. It is concluded that the types of soil, slope, altitude and land use and occupation intensify the erosion process. The generated cartographic products portrayed the characteristics of the physical environment, such as soil types, slope, hypsometry, landforms and land use that condition erosion. It was concluded that the soils that are more susceptible to erosion are neosols and argisols, especially when there are agricultural activities. It is fundamental to use the Direct Planting System, aiming to minimize erosion.

**Keywords:** Erosive processes. Land use and land cover. Direct Planting System.



## 1. INTRODUÇÃO

O atendimento das necessidades da sociedade ocasiona a exploração constante e intensificada dos recursos naturais, desencadeando e acelerando os impactos ambientais adversos, como a erosão e, conseqüentemente a perda da fertilidade dos solos e da biodiversidade (SANTOS; NASCIMENTO, 2021). A erosão do solo é um processo natural que age constantemente na superfície terrestre, fazendo modificações adversas na paisagem natural (SILVA et al., 2021). O processo ocorre com a desagregação, o arraste e a sedimentação das partículas que constituem o solo, e são condicionados pelo tipo de solo, declividade, altimetria e cobertura da terra (BEZERRA NETO, NASCIMENTO; BARROS, 2022). Dessa forma, conhecer as características intrínsecas do meio físico é fundamental para subsidiar estudos ambientais e de uso do solo, como a agricultura.

A cobertura vegetal é fundamental para a proteção do solo e controle da erosão, e o desmatamento para a implantação e aumento desordenado das fronteiras agrícolas da agricultura extensiva é o principal desencadeador e intensificador da erosão acelerada ou antrópica. Por sua vez, a erosão provoca uma redução significativa da produtividade empobrecendo o solo e degradando e/ou inviabilizando o agroecossistema (SANTOS; NASCIMENTO, BARROS, 2020, SANTOS; NASCIMENTO, 2021; BEZERRA NETO; NASCIMENTO; BARROS, 2022).

Primordialmente, o ser humano era nômade, pois não dominava técnicas que lhe permitissem se estabelecer em determinada região. À medida que o processo de evolução acontecia, foram desenvolvidas técnicas que permitiram ao ser humano fixar-se permanentemente numa região, através da agricultura, pecuária e pesca. Conforme a população foi crescendo exponencialmente, a demanda por alimentos foi se elevando, sendo necessário novas terras para aumentar a produção (SAATH; FACHINELLO, 2018). Além do crescimento urbano de forma desordenada, causando diversos problemas para a sociedade devido aos diversos usos da terra nessas regiões (DELLARGINE et al., 2020). Toda essa demanda acaba influenciando várias ações, como o desmatamento para criação de pastagens, produção agrícola inadequada, construção de casas e estradas, conseqüentemente a degradação do solo. Essas atividades geram danos, alguns até

irreversíveis, que refletem nas esferas sociais, econômicas e ambientais (OLIVEIRA; SANTOS; ARAUJO, 2018).

A retirada da cobertura vegetal, ocasionada para produção agropecuária e pelo processo de urbanização, modifica a paisagem natural e deixa o solo exposto, sem sua proteção natural. As gotas da água da chuva possuem energia cinética que ao entrarem em contato com o solo exposto, aumenta o escoamento superficial e ocorre o processo erosivo, que consiste no carreamento das partículas e nutrientes do solo. Esse processo é intensificado nas regiões com altitudes e inclinação elevadas, visto que a água escoar por ação da gravidade, seguindo o fluxo natural da bacia hidrográfica, além do escoamento superficial possui relação direta com a declividade. Esse processo causa diversos problemas, como a contaminação dos rios com excesso de nutrientes, redução da fertilidade do solo, deslizamento de encostas, assoreamento dos rios, enxurradas, inundações etc. Através do uso de ferramentas como sensoriamento remoto e geoprocessamento, é possível criar dados que irão permitir compreender todo o contexto de uma determinada região, e assim propor intervenções e soluções mais eficazes de diversas tipologias.

Desse modo, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise preliminar da vulnerabilidade ambiental à erosão hídrica frente às atividades agrícolas no município de Estância/SE, por técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

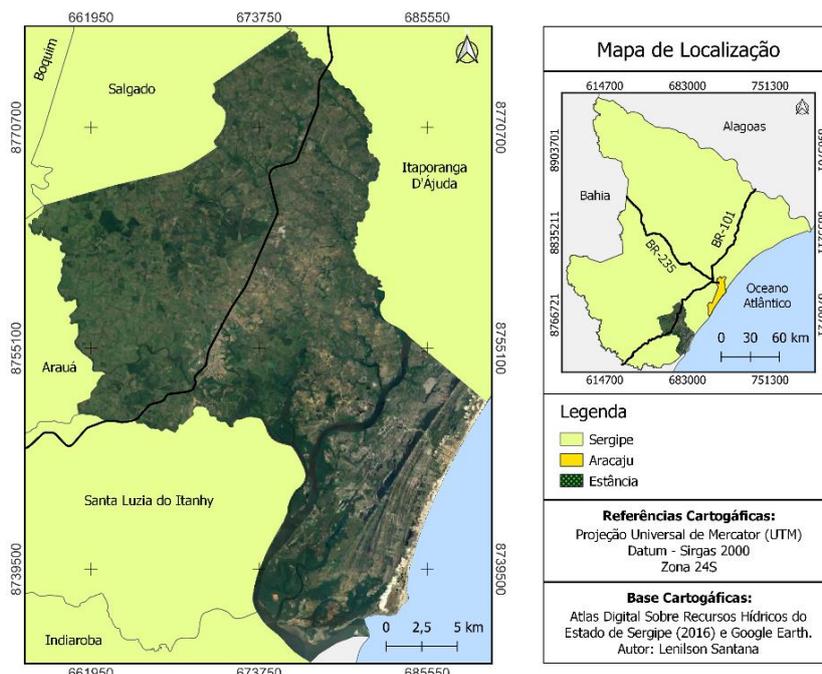
O município de Estância possui uma área de aproximadamente 644,487 km<sup>2</sup>, com população de 69.919 habitantes, segundo os dados do IBGE para o ano de 2021 e está inserida no litoral sul do estado de Sergipe, entre as coordenadas geográficas 11° 27' 14" e 11° 3' 11" de latitude Sul e 37° 33' 22" e 37° 15' 32" de longitude Oeste (Figura 1). A BR-101 é a principal rodovia de acesso a partir de Aracaju, em um percurso de aproximadamente 68km.

Para realização do trabalho, foram realizadas pesquisas bibliográficas para melhor compreensão da dinâmica do processo erosivo, assim como, os materiais utilizados para elaboração desse trabalho foram: (i) Dados vetoriais e matriciais do Atlas Digital para Recursos Hídricos do Estado de Sergipe (SEDURBS); (ii) Dados matriciais da



Sétima Coleção de Cobertura e Uso da Terra do Projeto MapBiomias Brasil para o ano de 2021; (iii) Dados de Pedologia e geomorfologia do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA) do IBGE; (iv) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission - modelo digital de elevação – MDE – Reamostragem de 30x30m - Projeto Topodata); (v) Imagens de satélite do Google Earth; (vi) Software livre QGIS, versão 3.16 da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), para a realização dos procedimentos técnicos.

Figura 1 – Localização da área de estudo – Município de Estância/SE



Fonte: Autoria própria.

O procedimento inicial foi a criação de um Banco de Dados Georreferenciados (BDG) no Sistema de Coordenadas Geográficas com Datum SIRGAS-2000, Zona 24 Sul, visando importar e manipular os dados vetoriais e matriciais. Em seguida, foi realizada a delimitação da área de estudo e demais procedimentos de edição manual e automática dos dados, gerando os produtos cartográficos e confecção dos leiautes dos mapas.

O primeiro procedimento foi a confecção do mapa de cobertura do solo utilizando os dados matriciais da Coleção 7 de Cobertura e Uso da Terra do Projeto MapBiomias Brasil para o ano de 2021. Os dados foram importados para o *software* QGIS, onde foram recortados para área de estudo e realizada a conversão dos dados no formato matricial para o formato vetorial (vetorização/poligonização), e as classes

foram classificadas de acordo com os códigos das classes de cobertura e uso da terra definidas pelo MapBiomas.

Posteriormente, foram desenvolvidos os mapas de hipsometria e declividade utilizando os dados matriciais do Projeto Topodata (formato modelo numérico do terreno – MNT). Os dados foram importados para o software QGIS, onde foram recortados para área de estudo. Para o mapa de declividade, foi aplicada a análise de declive e os dados foram expressos em porcentagem. Após isso, foi aplicado um gradiente de cores para ambos os mapas, variando de cores frias, baixas altitudes e declive, até cores quentes, altas altitudes e declive.

Por último, foram confeccionados os mapas de pedologia e geomorfologia, utilizando os dados vetoriais do Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA) do IBGE. Os dados foram importados para o software QGIS, os quais foram categorizados e as classes foram classificadas de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

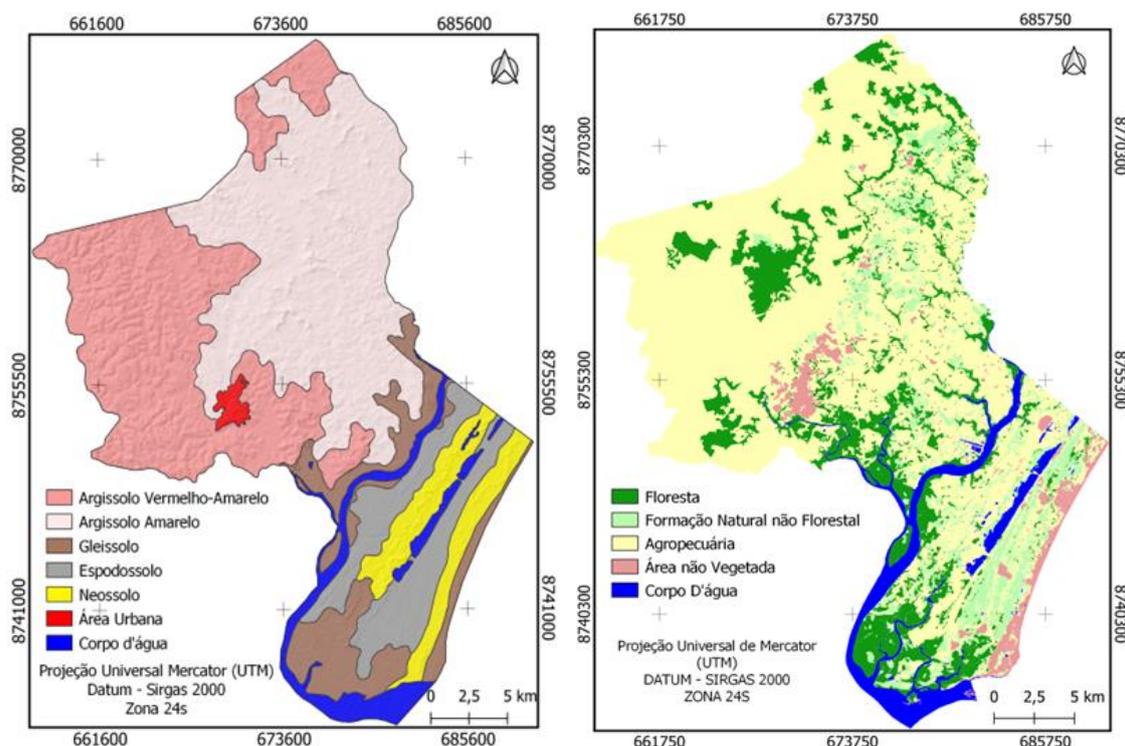
A partir da Figura 2 podem ser identificadas cinco classes de solos: argissolo vermelho-amarelo, argissolo amarelo, gleissolo, espodossolo e neossolo, e as tipologias de vegetação e uso da terra são floresta, formação natural não florestal (vegetação natural espaçada) e agropecuária (agricultura: coco, laranja, mandioca, manga e maracujá – pecuária: bovinos, equinos, ovinos e suínos). Nessas áreas agrícolas, por uma simples análise visual de imagens de satélite, encontram-se áreas de pastagens e solos expostos, por vezes, denotando solos preparados para plantio.

O tipo de solo predominante foi o argissolo, com 435,63 km<sup>2</sup>, correspondendo a 67,11% da área do município de Estância (Tabela 1) e a agropecuária ocupa 60,07%. Os argissolos são solos desenvolvidos e apresentam uma certa profundidade com existência de argila nas camadas inferiores, que dificulta a infiltração da água, favorecendo assim a erosão (OLIVEIRA; SANTOS; CALEGARI, 2020). Dessa forma, recomenda-se práticas de conservação dos solos visto que as áreas agrícolas estão amplamente distribuídas nesses solos.

Como exibidos na Figura 2, os argilosos estão presentes em uma porção onde há um grande predomínio de atividades agropecuárias, essas atividades deixam o solo

exposto, favorecendo a erosão hídrica e o assoreamento dos afluentes do Rio Piauitinga e uma porção do Rio Piauí. Por ser um solo com um certo grau de compactação dificultam a infiltração da água (CINTRA, 2021).

Figura 2 – Mapas pedológico e de cobertura do solo do município de Estância – SE



Fonte: Autoria própria.

Tabela 1 – Área e porcentagem das classes de solos no município de Estância - SE

Classes de solos	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Argissolo Amarelo	231,93	35,73
Argissolo Vermelho-Amarelo	203,70	31,38
Gleissolo	67,19	10,35
Espodossolo	65,69	10,12
Neossolo	43,90	6,76
Área urbana	4,69	0,72

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 – Área e porcentagem das classes de vegetação e uso do solo no município de Estância - SE

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Floresta	121,14	18,76
Formação natural não florestal	71,2	11,03
Agropecuária	388	60,07
Área não vegetada	26,69	4,13
Corpo D'água	37,54	5,81

Fonte: Autoria própria.

Os gleissolos são solos pouco desenvolvidos, que possuem uma baixa profundidade, normalmente se encontram em regiões planas, as quais não favorecem sua drenagem, por isso são solos inundados, mas quando drenados, são favoráveis ao uso de pastagem (OLIVEIRA; SOUZA, 2015). Por está situado em regiões planas e encharcadas, esse solo apresenta um grau de vulnerabilidade à erosão baixo, com exceção do afluente Rio Fundo que possuem suas margens com predomínio de atividades agropecuárias, deixando o solo suscetível à erosão e, conseqüentemente, favorecendo o assoreamento desse afluente.

Os espodossolos são solos com textura arenosa, não é adequado para plantações, pois possuem uma alta quantidade de areia em sua composição, além de possuir pH com índice de acidez alto, possui uma drenagem rápida com exceção no período chuvoso, pois os níveis do lençol freático podem subir, limitando a drenagem (SILVA et al., 2022). Por ser um solo com textura arenosa, favorece a erosão superficial, ou seja, regiões com predomínio de atividades agropecuárias são suscetíveis à erosão.

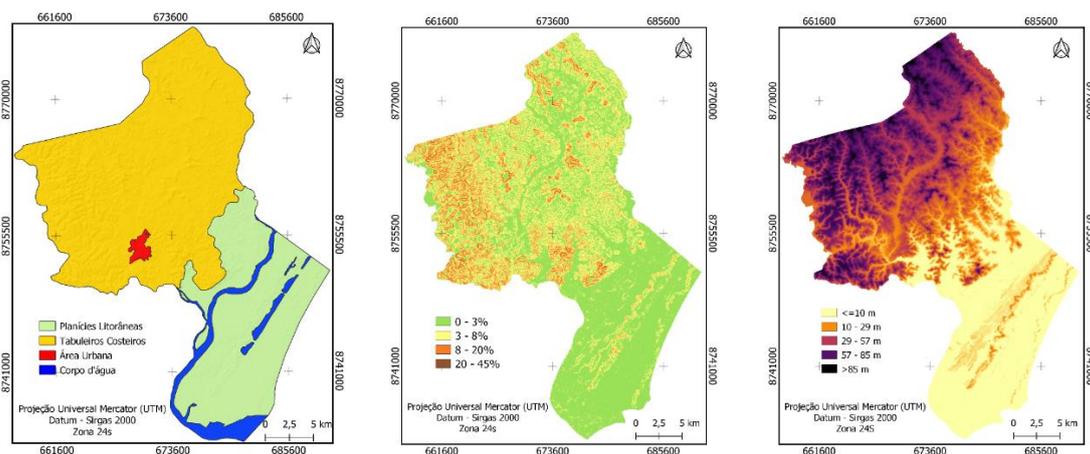
Os neossolos são pouco desenvolvidos, possuem uma baixa profundidade, baixa retenção de água, presença de afloramentos rochosos (SILVA et al., 2021). Devido às suas características, é um solo suscetível à erosão, e como está situado em regiões onde há um predomínio de atividades agropecuárias e áreas não vegetadas, possui um grau de vulnerabilidade à erosão alto.

O relevo e a erosão estão intimamente relacionados, uma vez que as características do relevo afetam diretamente o processo de erosão. O relevo influencia na velocidade e a intensidade da erosão, dependendo da inclinação e da altitude. Quanto maior a altitude e declividade maior será a energia cinética e conseqüentemente o transporte de sedimentos, causando erosão do solo. A Figura 3 exibe os mapas morfográfico (formas de relevo) e morfométricos (hipsometria e declividade). A partir da espacialização desses dados geomorfológicos que descrevem qualitativa e quantitativamente o relevo, os solos argissolos ocupam praticamente todo de tabuleiros costeiros com as maiores altitudes e declividades apresentadas pela área de estudo. Os neossolos, espodossolos e gleissolos, por sua vez, estão distribuídos na planície costeira que apresentam baixas altitudes e declividades. É importante destacar que mesmo os neossolos ocupando relevos menos suscetíveis à erosão, eles são bastante vulneráveis, principalmente na área de estudo, cujas atividades agrícolas são extensas.



O relevo é um fator importante a ser considerado na análise da erosão, uma vez que as características do terreno podem influenciar o processo de desgaste do solo, mas a conversão da vegetação em áreas agrícolas são desencadeadores e intensificadores do processo erosivo. Assim, a remoção da cobertura vegetal natural de uma região e a substituição por cultivos agrícolas deve ser realizada de forma a mitigar os impactos da erosão, visando evitar a perda de solos, fertilidade e biodiversidade.

Figura 3 – Mapas de relevo, hipsométrico e declividade do município de Estância – SE



Fonte: Autoria própria.

Nesse contexto, de acordo com a literatura científica, é proposta a adoção de uma agricultura familiar ao invés da agricultura tradicional e produtivista, cujos benefícios socioeconômicos são detalhados em Oliveira et al. (2015). No entanto, para a redução da erosão e reciclagem de nutrientes, o Sistema de Plantio Direto (SPD) representa a técnica que produz a melhor capacidade produtiva do solo. O SPD é um sistema de manejo conservacionista constituído de práticas que envolvem, necessariamente, rotação de culturas, mobilização do solo exclusivamente na linha de semeadura e cobertura permanente do solo (CASSOL et al., 2007). Nesse contexto, destaca-se a agricultura multifuncional, cuja finalidade central é a qualidade do processo de produção, englobando as características finais do bem agrícola, como as relações socioambientais. Portanto, é nesse contexto de agricultura de conservação ambiental com a produção agrícola que se propõe nesse estudo à luz da sustentabilidade ambiental.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia empregada mostrou-se eficiente para realizar uma análise preliminar entre as atividades agrícolas e a vulnerabilidade erosiva no município de Estância no Estado de Sergipe. Os produtos cartográficos gerados retrataram as características do meio físico, como os tipos de solos, declividade, hipsometria, formas de relevo e uso da terra que condicionam a erosão. Destaca-se a perda da fertilidade de terras produtivas desencadeia o avanço das fronteiras agrícolas e aumenta a erosão do solo. No entanto, a adoção do Sistema de Plantio Direto conjugada com a agricultura familiar e multifuncional é o procedimento para minimizar a processo erosivo.

Concluiu-se que os solos que possuem mais susceptibilidade à erosão são, respectivamente, neossolos, argissolos, espodossolos e gleissolos, e as áreas que possuem atividades agropecuárias e áreas não vegetadas potencializam o processo erosivo. Regiões que apresentam as maiores altitudes e inclinações são mais suscetíveis a erosão, pois a velocidade da água é maior nessas áreas, facilitando o carreamento das partículas do solo. As regiões suscetíveis à erosão são facilmente identificadas através espacialidade dos dados por técnicas de cartográficas e de sensoriamento remoto, indicando regiões com potencialidade à erosão.

## REFERÊNCIAS

- BEZERRA NETO, J. A.; NASCIMENTO, P. S. R.; BARROS, G. V. P. Análise hierárquica aplicada à erosão do solo na bacia hidrográfica do rio Sergipe (SE). **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 10, n. 2, p. 82 - 106, 2022.
- CALAZANS, C. C.; FERREIRA, R. A.; FREIRE, G. S.; PEREIRA, G. S.; MANN, R. S.; MANN, J. L.; MANN, M. F. O.; NUNES, V. V. Caracterização de nascentes na Sub – Bacia Hidrográfica do Rio Piauitinga, município de Estância, Sergipe. **Revista Global Science and Technology**, v. 13, n. 1; p. 236 – 247, 2020.
- CASSOL, E. A.; DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Sistema plantio direto: evolução e implicações sobre a conservação do solo e da água. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.5, p. 333 - 370, 2007.
- CINTRA, F. L. D. Solos dos Tabuleiros Costeiros. Brasília: Embrapa, 2021.
- DELLARGINE, F. L.; SOUZA, D. S. L.; MIRA, I. R. C.; SILVA, G. T. G.; SILVA, M. L. Análise da vulnerabilidade ambiental do município de Inconfidentes – MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 7, p. 3602 – 3624, 2020.



- OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, R. E. S.; ARAUJO, R. C. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 5, n. 3, p. 60 – 83, 2018.
- OLIVEIRA, I. I.; FREITAS, L. F. S.; MIORIN, V. M. F.; STURZA, J. A. I. A multifuncionalidade e a pluriatividade na agricultura familiar: estudo no assentamento Zumbi dos Palmares Dom Aquino/MT. **Revista Estudos Geográficos**, v. 13, p. 94 – 111, 2015.
- OLIVEIRA, J. G.; SANTOS, L. J. C.; CALEGARI, M. R. Relação solo-relevo em sistema pedológico argissolo-neossolo quartzarênico na região noroeste do estado do Paraná: caso de Amaporã. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 3, p. 661 – 675, 2020.
- OLIVEIRA, M. X.; SOUZA, B. S. P. Resistência à penetração em gleissolos: um ensaio sobre a possibilidade de erosão superficial na bacia hidrográfica do Arroio Ribeirão - São Pedro do Sul/RS. **Revista Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 19, n. 2, p. 91 – 106, 2015.
- SAATH, K. C. O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195 – 212, 2018.
- SANTOS, L. A. N.; NASCIMENTO, P. S. R.; BARROS, G. V. P. Processamento analítico hierárquico no mapeamento da fragilidade ambiental à erosão do solo. **Revista Brasileira de Geomática**, v. 8, n. 4, p. 275 - 298, 2020.
- SANTOS, M. S.; NASCIMENTO, P. S. R. Análise da suscetibilidade e vulnerabilidade à erosão hídrica pelo processo analítico hierárquico (AHP). **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 9, n. 1, p. 1-19, 2021.
- SILVA, T. J. R. D.; LEITE, J. C. A.; CAVALCANTI, A. K. G.; DANTAS, J. S.; SOUSA, F. Q.; NASCIMENTO, M. B.; MEDEIROS, J. L. S.; ROCHA NETO, O.; CAMPOS, G. M.; SANTOS, L. C. A. Análise da susceptibilidade à erosão hídrica em uma Bacia Hidrográfica do Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1444 – 1457, 2021.
- SILVA, T. R. G.; BARBOSA JÚNIOR, M. R.; SANTOS, S. B. T.; RODRIGUES, M. A.; SANTOS, C. G.; SANTOS, M. A. L. Espodossolos: características, limitações e potencialidades. **Revista Ambientale**, v. 12, 2, p. 1 - 8. 2022.



# CAPÍTULO II

## ANÁLISE DO BOX PLOT PARA A IDENTIFICAÇÃO DE MESES SECOS, NORMAIS OU CHUVOSOS NA CIDADE DE ARACAJU, ESTADO DE SERGIPE DURANTE O PERÍODO DE 1990 ATÉ 2022

BOX PLOT ANALYSIS FOR IDENTIFICATION OF DRY, NORMAL OR RAINY MONTHS IN THE CITY OF ARACAJU, STATE OF SERGIPE DURING THE PERIOD FROM 1990 TO 2022

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-2

Wanda Tathiana de Castro Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Meteorologia. Instituto de Ciências Atmosféricas. Universidade Federal de Alagoas – UFAL

### RESUMO

Neste estudo utilizou-se o método estatístico Box Plot, com intuito de identificar os meses padrão secos, normais e chuvosos, sendo para tanto, analisados a pluviometria mensal do banco de dados GLOH2O/MSWEP da série histórica 1990-2022, para se observar o comportamento da distribuição de precipitação na cidade de Aracaju que está localizada no Estado de Sergipe. Foi utilizado o software R para geração do gráfico tipo boxplot. Verificou-se que os maiores eventos extremos de precipitação ocorreram no período de inverno, destacado pela ocorrência de variabilidades e de chuvas elevadas que deflagram impactos hidrometeorológicos, incluindo redução de secas na região e menores eventos extremos de precipitação no período seco, reduzindo assim a disponibilidade hídrica e grande probabilidade de crescimento de eventos de secas. Portanto, objetiva-se analisar a distribuição de chuvas a fim de demonstrar a importância do método estatístico na identificação da variabilidade pluviométrica e suas consequências.

**Palavras-Chave:** Box Plot. Chuva. Variabilidade. Impactos.

### ABSTRACT

In this study, the Box Plot statistical method was used, with the aim of identifying the standard dry, normal and rainy months. For this purpose, the monthly pluviometry of the GLOH2O/MSWEP database of the 1990-2022 historical series was analyzed, in order to observe the behavior of the spatial distribution of precipitation in the city of Aracaju, which is located in the State of Sergipe. The R software was used to generate the boxplot graph. It was verified that the greatest extreme precipitation events occurred in the winter period, highlighted by the occurrence of variability and high rainfall that trigger hydrometeorological impacts, including a reduction in droughts in the region and smaller extreme precipitation events in the dry period, thus reducing the availability water and a high probability of growth of drought events in the region. Therefore, the objective is to analyze the distribution of rainfall in order to demonstrate the importance of the statistical method in identifying rainfall variability and its consequences.

**Keywords:** Box Plot. Rainfall. Variability. Impacts.



## 1. INTRODUÇÃO

O Nordeste Brasileiro (NEB) apresenta uma variabilidade climática espaço temporal pronunciada devido às diversas forçantes atmosféricas (Hänsel et al., 2016; Hastenrath, 2012; Rao et al., 1993). As variabilidades de chuva nas áreas norte e central nordestina estão associados à migração norte e sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Hastenrath, 2012; Marengo et al., 2017; Moscati e Gan, 2007; Rodrigues et al., 2011). Nas partes sul, oeste e central do NEB a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) contribuem bastante com as chuvas na região durante a primavera e verão austral (Paegle e Mo, 2002). Nos meses de janeiro e fevereiro, existe a ocorrência dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) (Ferreira e Melo, 2005). No leste do Nordeste as precipitações são moduladas pelos distúrbios ondulatórios de leste (Gomes et al., 2015; Kouadio et al., 2012; Ramos, 1975; Torres e Ferreira, 2011) com maior precipitação entre os meses de maio e julho, e média anual acima dos 1500mm.

Compreender a variabilidade das chuvas é usual para gestão de riscos. Na climatologia geográfica, o comportamento das condições climáticas é essencial, mediante ações que podem ocasionar nos espaços. Embora seja concebido o quanto clima é dinâmico, em função das distintas interferências que ocorrem na atmosfera. Contudo, ao considerar riscos e vulnerabilidade no espaço, a previsão e a compreensão do ritmo climático tornam-se imprescindíveis, para apontar o padrão habitual e as situações atípicas, que comprometem a natureza e a sociedade.

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos que exerce grande influência sobre as condições ambientais, sobre a economia, além do efeito direto sobre o balanço hídrico climatológico também exerce grande influência sobre outras variáveis, como a captação de água de chuva no sertão. Tendo em vista o impacto ambiental que a anomalia desse componente provoca no clima regional, verifica-se a importância de se estudar cada vez mais essa variável considerada fundamental para o desenvolvimento da região Nordeste do Brasil.

O clima exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre componentes bióticos e abióticos. O clima de toda e qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano (Soriano, 2017). Apesar de chover tanto quanto em muitas



regiões do mundo, a região do Nordeste do Brasil é periodicamente afetada pela ocorrência de secas agrícolas e/ou hidrológicas de elevado grau de severidade, causando perdas parciais ou totais da agropecuária, além de comprometer o abastecimento de água à população. Isso se deve, principalmente, a irregularidade da estação chuvosa na região, caracterizada pela ocorrência de chuvas intensas e de curta duração.

Na agricultura de sequeiro, a precipitação constitui na variável meteorológica de maior importância para se conseguir ótima produção agrícola. A chuva em determinada época do ano pode ser útil ou prejudicial à agricultura, dependendo se coincide com o período vegetativo ou de colheita de determinadas culturas. Neste trabalho utilizou-se da análise multivariada que por definição representa um conjunto de técnicas estatísticas que processa informações de modo a simplificar a estrutura dos dados, sintetizar as informações e facilitar o entendimento do relacionamento existente entre as variáveis do processo, que são medidas simultaneamente numa mesma unidade experimental, em cada elemento amostral. Como ferramentas para o desenvolvimento dessas metodologias são empregadas técnicas como a análise de componentes principais, análise fatorial, análise de agrupamentos entre outras que permitem a redução de dados ou simplificação estrutural, ordenação e agrupamento e a investigação da dependência entre variáveis (MINGOTI, 2005).

Diante da importância que a precipitação pluviométrica exerce sobre o planejamento agrícola e no desenvolvimento da região Nordeste do Brasil, o presente trabalho objetiva determinar para uma série suficientemente longa de dados de precipitação (32 anos) os limites numéricos dos meses diante dos anos considerados com regime pluviométrico seco, normal ou úmido, além daqueles considerados super úmidos e super secos fazendo uso da técnica estatística denominada de Box plot.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

Aracajú está localizado a costa leste do Nordeste brasileiro e possui uma área de 182,163 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 672.614 habitantes (IBGE, 2022). Aracajú possui um IDH de 0,770, referente ao ano de 2010 (IBGE, 2022). A Figura 1 mostra o mapa de localização do município de Aracajú no Estado de Sergipe.



Figura 1. Localização da área em estudo: Aracajú, Estado de Sergipe.



Fonte: própria, 2023.

## 2.2. TRATAMENTO DOS DADOS

Para esse estudo foi utilizado dados pluviométricos mensal do banco de dados GLOH2O/MSWEP, considerando a série temporal de 32 anos de dados para esse estudo. Para o tratamento dos dados, foi utilizado o programa R e alguns pacotes com a finalidade de calcular estatísticas e gráficos para análise e estudo.

## 2.3. BOXPLOT

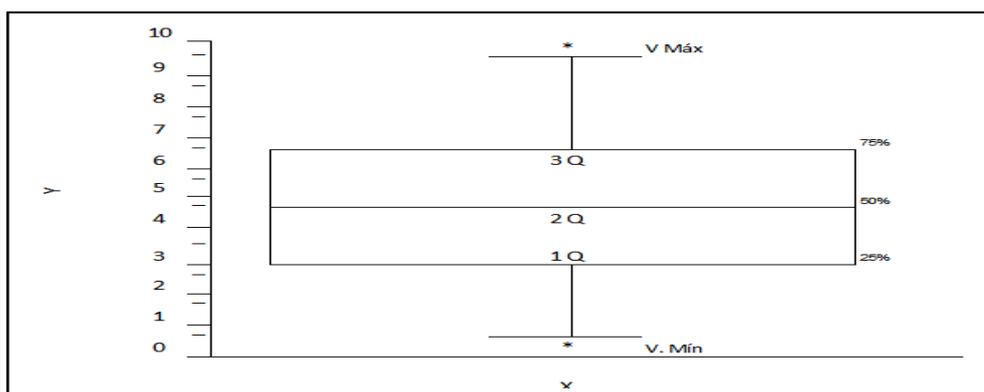
Galvani e Luchiarri (2004) aplicaram a técnica de Box Plot na classificação de regimes pluviométricos em escala mensal. Técnica essa relativamente nova em estudos climatológicos nos permite entender os conceitos básicos para se trabalhar com análise de dados. Para isso, usa a técnica de quartis aliado a um gráfico Box Plot gerado pelo software estatístico R para a produção dos referidos resultados, trabalhando com valores máximos, medianas, 1º, 2º e 3º quartis e valores mínimos. Assim, há importância de se destacar o significado de cada um dos parâmetros estabelecidos:

O valor máximo (V.máx) é o maior valor encontrado dentro da série, ou seja, é aquele valor que se destaca pelo seu alto valor de magnitude. Já o valor mínimo (Vmín) é o menor valor encontrado na série. Esses valores extremos evidenciam o tamanho dos dados que serão trabalhados. A mediana é aplicada em séries extensas e é denominada

como sendo a posição central dos dados que podem estar ordenados de forma crescente ou decrescente. Esse parâmetro se torna importante na medida em que demonstram a dispersão de um grupo de dados e as diferenças que existem entre grupos. Em outras palavras, que “fogem da tendência central podendo subestimar ou superestimar a análise.” (GALVANI; LUCHIARI, 2004, p. 21).

Após definir na série os valores máximo, mínimo e mediano, serão introduzidos os quartis. Os quartis são divididos em três conjuntos contendo cada um 25% dos dados da série. O primeiro quartil (1º Q) estará situado entre o (V.mín) e a mediana indicando meses secos. O segundo quartil (2º Q) pode ser chamado de mediana, ou seja, que define a posição central da série. Já o terceiro quartil (3º Q), está situado entre o mediano e o (V.máx) indicando meses chuvosos. A seguir a título de exemplo, segue a figura 3 representando Box Plot para um conjunto discricionário de dados:

Figura 2: Representação *Box Plot* para um conjunto de dados arbitrários.



Fonte: Galvani e Luchiari (2004).

Os Outliers são valores distantes que compõem a série e serão denominados por valores extremos (Meses super-secos ou super-úmidos) e, portanto ficam fora da margem, pois podem comprometer a análise dos dados. Os mesmos estão representados pelo símbolo (\*). Para tanto será considerado segundo Galvani e Luchiari (2004) um range de 5 a 95% da série. Os meses em que estiverem entre os 5% menores serão considerados super-secos. Já os meses que estiverem entre os 5% maiores serão ponderados como super-chuvosos.

No demais, os valores que se encontrarem entre o (V.mín) e 1º quartil serão considerados secos. Entre o 1º e 3º quartil serão considerados anos habituais. E por fim, aqueles que se encontrarem entre o 3º quartil e (V.máx), serão considerados anos chuvosos. A tabela 1 apresenta a síntese de intervalos adotados:

Tabela 1: Intervalos adotados para a classificação do regime pluviométrico

PRECIPITAÇÃO MENSAL (mm)	CLASSIFICAÇÃO
5% Menores da série	Super-secos
5% Maiores da série	Super-úmidos
Entre o (V. mín) e o 1º Quartil	Secos
Entre o 1º e 3º Quartil	Normais
Entre o 3º Quartil e o (V. máx)	Úmidos

Fonte: GALVANI, E. LUCHIARI, A. (2004)

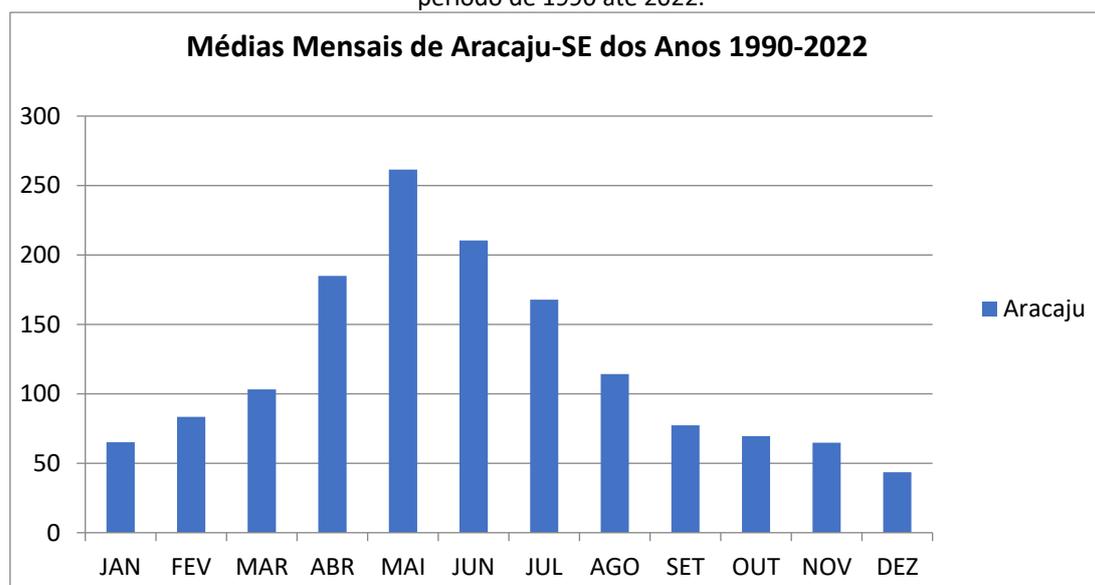
A partir da técnica apresentada por Galvani e Luchiari (2004) foi possível através as discussões terem uma aproximação do comportamento pluvial da área ora representada.

A análise do período de trinta e dois anos, na escala mensal deu condições para a determinação, mesmo que preliminar, do comportamento mensal, possibilitando condições para a determinação do que é tido como normal e aquilo que se considera seco ou chuvoso para a cidade de Aracaju.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Figura 3 podemos verificar a distribuição de chuva mensal durante o período estudado, destaco a chuva que ocorreu durante o mês de Maio que ultrapassou os 250 mm, já durante os meses de Junho e Julho ocorreu menos precipitação que o normal para o período chuvoso e por isso o mês de Julho se configurou como super-secos e durante os meses de Setembro a Março ocorreu precipitação consideradas e apenas os meses de Janeiro e Março permaneceu com configuração normal.

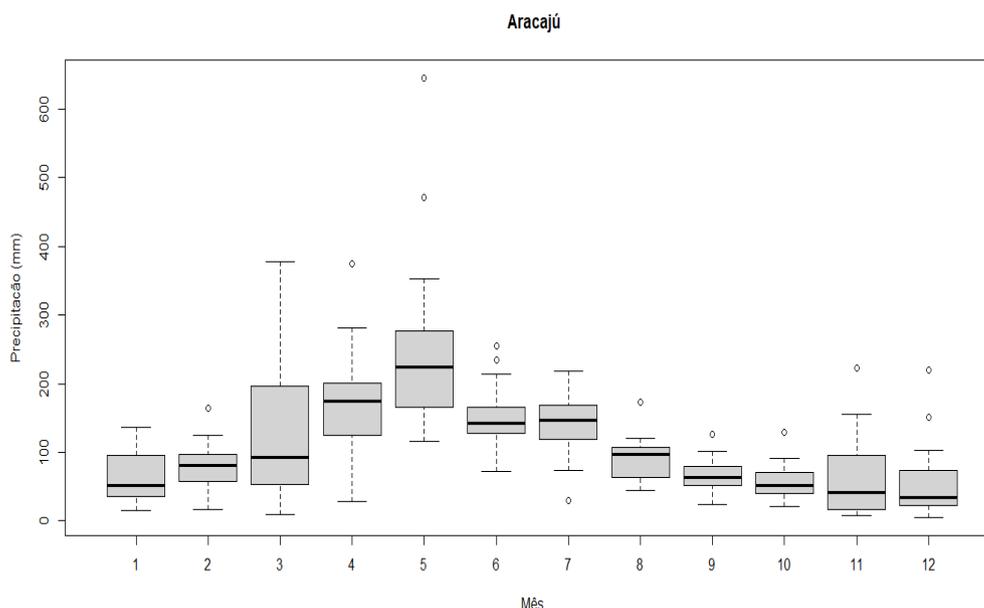
Figura 3 – Comportamento das Médias Mensais de Precipitação para a cidade de Aracaju-SE durante o período de 1990 até 2022.



Fonte: GLOH2O e autoria própria.

A Figura 4 apresenta o Box plot de cada mês (Janeiro a Dezembro) para a série histórica de dados de precipitação de Aracaju-SE. Observa-se também nesta figura a distribuição de frequências de ocorrência mensais. Os meses considerados mais úmidos (Abril a Agosto) a maioria apresentaram configuração como super-úmidos, em especial o mês de Maio, pois ocorreu eventos extremos positivos, já o mês de Julho apresentou como super-secos. Já àqueles meses no período denominado de seco (Setembro a Março) a tendência de distribuição é de assimetria positiva apresentando número consideráveis de eventos extremos de precipitações (destaque especial para Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro e Fevereiro), já nos meses de Janeiro e Março a distribuição tendeu para o normal, ou seja não apresentando eventos extremos de precipitação nesses períodos.

Figura 4: Variação do *Box plot* para a série histórica de precipitação em Aracaju-SE, período de 1990 a 2022.



Fonte: GLOH2O e autoria própria.

A mudança do regime hídrico para alguns meses durante o período analisado se deve a fatores e fenômenos climáticos naturais (El Niño e La Niña) que causam variações no sistema terra-oceano-atmosfera, alguns causam aumento de chuvas e outros redução, a La Niña, a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN) são os principais sistemas responsáveis pela ocorrência de chuvas, não podemos esquecer dos sistemas meteorológicos que através de teleconexões podem favorecer ou não a ocorrência de chuvas no Nordeste do Brasil, um exemplo é a Oscilação Madden Julian.

#### 4. CONCLUSÃO

A técnica Box Plot permitiu identificar e classificar os anos-padrão em três categorias: super seco, normal e super chuvoso. A classificação demonstrou-se eficiente e convergente aos objetivos da pesquisa, que visou compreender a variabilidade, o regime, das chuvas na cidade de Aracaju-SE tomando como base o período de 1990-2022. Por fim, considera-se que o método Box Plot pode contribuir no processo de discussão que culmine na elaboração de estudos, pesquisas, cujos objetivos estejam voltados para o uso de técnicas estatística no âmbito da Climatologia Geográfica.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe (FAPITEC/SE) e Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Sustentabilidade e Ações Climáticas (SEMACE/SE) por fomentar e apoiar esse trabalho científico.

## REFERÊNCIAS

- Ferreira, A.G., Melo, N.G.D.S., 2005. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos. *Revista Brasileira de Climatologia*, 1, 15–28.
- GALVANI E. , LUCHIARI A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. Aracaju **VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 2004, p. 20-29.
- Gomes, H.B., Ambrizzi, T., Herdies, D.L., Hodges, K., Silva, B.F.P., 2015. Easterly Wave Disturbances over Northeast Brazil: An Observational Analysis. *Advances in Meteorology*. 2015, 1–20.
- Hänsel, S., Medeiros, D.M., Matschullat, J., Petta, R.A., Silva, I.M., 2016. Assessing Homogeneity and Climate Variability of Temperature and Precipitation Series in the Capitals of North-Eastern Brazil. *Frontiers in Earth Science*. 4, 1–21.
- Hastenrath, S. 2012. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: A review. *Climatic Change*, 112, 243–251.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.
- Kouadio, Y.K., Servain, J., Machado, L.A.T., Lentini, C.A.D., 2012. Heavy Rainfall Episodes in the Eastern Northeast Brazil Linked to Large-Scale Ocean-Atmosphere Conditions in the Tropical Atlantic. *Advances in Meteorology*. 2012, 1–16.
- Marengo, J.A., Alves, L.M., Alvala, R.C.S., Cunha, A.P., Brito, S., Moraes, O.L.L., 2017. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 1–13.
- Moscatti, M.C.L.; Gan, M.A., 2007. Rainfall variability in the rainy season of semiarid zone of northeast Brazil (NEB) and its relation to wind regime. *International Journal of Climatology*, 27, 493–512.
- MINGOTTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005, 295 p.



- Paegle, J.N., Mo, K.C., 2002. Linkages between summer rainfall variability over south america and sea surface temperature anomalies. *Journal of Climate*, 15, 1389–1407.
- Ramos, R.P.L., 1975. Precipitation characteristics in the Northeast Brazil dry region. *Journal of Geophysical Research*. 80, 1665–1678.
- Rao, V.B., Lima, M.C., Franchito, S.H., 1993. Seasonal and Interannual Variations of Rainfall over Eastern Northeast Brazil. *Journal of Climate*. 6, 1754–1763.
- Rodrigues, R.R., Haarsma, R.J., Campos, E.J.D., Ambrizzi, T., 2011. The impacts of inter-El Niño variability on the tropical Atlantic and northeast Brazil climate. *Journal of Climate*. 24, 3402–3422.
- SORIANO, B. M. A. Caracterização climática de Corumbá-MS. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 2017. 25p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11).
- Torres, R.R.; Ferreira, N.J., 2011. Case studies of easterly wave disturbances over Northeast Brazil using the eta model. *Weather and forecasting*, 26, 225–235.



## APLICAÇÃO DO MODELO QUAL-2E PARA SIMULAÇÃO TEÓRICA DA CAPACIDADE ASSIMILATIVA COMO FORMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO HÍDRICA DO RIO IJUÍ NO MUNICÍPIO DE PANAMBI - RS

APPLICATION OF THE QUAL-2E MODEL FOR THEORETICAL SIMULATION OF ASSIMILATIVE CAPACITY AS A WAY TO CONTROL WATER POLLUTION OF THE IJUÍ RIVER IN THE MUNICIPALITY OF PANAMBI – RS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-3

Mateus Lima <sup>1</sup>

Taise Zorzi <sup>1</sup>

Alcione Aparecida de Almeida Alves <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando (a) do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

<sup>2</sup> Professora Adjunta. Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

### RESUMO

O presente estudo realizado em fevereiro de 2023, teve como objetivo realizar a aplicação do Modelo QUAL-2E para simulação teórica da capacidade assimilativa como forma de controle da poluição hídrica do Rio Ijuí no município de Panambi – RS. Para a simulação foi utilizado o modelo matemático QUAL-2E para quatro cenários distintos de poluição considerando a inserção de dados teóricos. Os resultados obtidos dos cenários 1, 2, 3 e 4 atestam que, os parâmetros demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio orgânico (N-org), nitrogênio amoniacal (N-amon), nitrito (N-nitrito), nitrato (N-nitrato), fósforo orgânico (P-org), fósforo inorgânico (P-inorg) e coliformes (*E. coli*) estavam de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em toda a extensão pertencente ao município do estudo, exceto para DBO nos cenários 2, 3 e 4, no início do trecho que estavam acima do valor estabelecido pela referida Resolução considerando Classe 1.

**Palavras-chave:** Autodepuração, lançamento de efluente, modelo matemático, controle de poluição das águas.

### ABSTRACT

The present study, carried out in February 2023, aimed to carry out the application of the QUAL-2E Model for the theoretical simulation of the assimilative capacity as a way of controlling the water pollution of the Ijuí River in the municipality of Panambi - RS. For the simulation, the QUAL-2E mathematical model was used for four different pollution scenarios considering the insertion of theoretical data. The results obtained from scenarios 1, 2, 3 and 4 attest that the parameters biochemical oxygen demand (BOD), dissolved oxygen (DO), organic nitrogen (N-org), ammoniacal nitrogen (N-amon), nitrite (N -nitrite), nitrate (N-nitrate), organic phosphorus (P-org), inorganic phosphorus (P-inorg) and coliforms (*E. coli*) were in accordance with CONAMA Resolution No. 357/2005 of the National Environmental Council Environment (CONAMA) in the entire extension belonging to the municipality of the study, except for BOD in scenarios 2, 3 and 4, at the beginning of the stretch that were above the value established by the aforementioned Resolution considering Class 1.

**Keywords:** Self-purification, effluent discharge, mathematical model, water pollution control.



## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem, dessa forma, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005).

Os rios são uma das fontes mais importantes de água para agricultura, indústria e uso para abastecimento público, sua qualidade é comumente degradada por esgoto não tratado ou tratado de forma inadequada, sendo este de várias origens, quantidades e composição que, por vezes excedem a capacidade de autodepuração de um rio (FARHADIAN *et al.*, 2018).

A matéria orgânica que está presente nos esgotos é uma das causas dos principais problemas de poluição dos corpos hídricos, podendo estar relacionado ao aumento da presença de microrganismos nestes locais, o que pode causar um consumo excessivo de oxigênio dissolvido (OD) para estabilização dessa matéria orgânica. Cabe destacar que, o oxigênio pode ser considerado um dos principais parâmetros de autorregulação de um corpo hídrico, importante para a manutenção dos organismos aeróbios e para o equilíbrio do ambiente como um todo (CUNHA; FERREIRA, 2006). Conforme o mesmo autor, a matéria orgânica é introduzida nos corpos hídricos principalmente por meio do lançamento de esgoto doméstico, mas também pode estar presente em lançamento de efluentes industriais e naturalmente, sendo parte dos ciclos biogeoquímicos.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos que caracterizam a qualidade das águas sofrem grandes variações no tempo e no espaço, havendo a necessidade de um programa de monitoramento sistemático para obter a real estimativa da variação da qualidade das águas superficiais (ANDRADE *et al.*, 2007). Posto isso, para amparar com a qualidade dos mananciais superficiais, a Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

Para simular a qualidade da água de mananciais superficiais e sua capacidade de autodepuração, existem modelos matemáticos. Os modelos matemáticos são técnicas que permitem representar alternativas propostas para simular condições reais que

poderiam ocorrer dentro de uma faixa de incertezas, inerente ao conhecimento técnico científico. O modelo de simulação da água QUAL-2E é um modelo de qualidade das águas superficiais que permite simular 15 variáveis indicativas de qualidade das águas em cursos de água ramificados e bem misturados, usando o método das diferenças finitas para a solução da equação unidimensional do transporte e de reação dos constituintes (PERIN, 2013). O modelo QUAL-2E permite a incorporação de descargas pontuais, tributários, captações, incrementos de vazão e poluentes relacionados às fontes difusas. Hidraulicamente, limita-se à simulação de períodos de tempo em que, tanto a vazão ao longo do curso principal, quanto às entradas e retiradas sejam constantes (KNAPI *et al.*, 2008).

Assim sendo, o presente estudo avaliou a capacidade assimilativa do Rio Ijuí, em sua extensão no município de Panambi - RS, por meio da análise e simulação de quatro cenários teóricos diferentes, aplicando o modelo QUAL-2E, utilizando variáveis teóricas e valores indicados pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para corpo hídrico Classe 1.

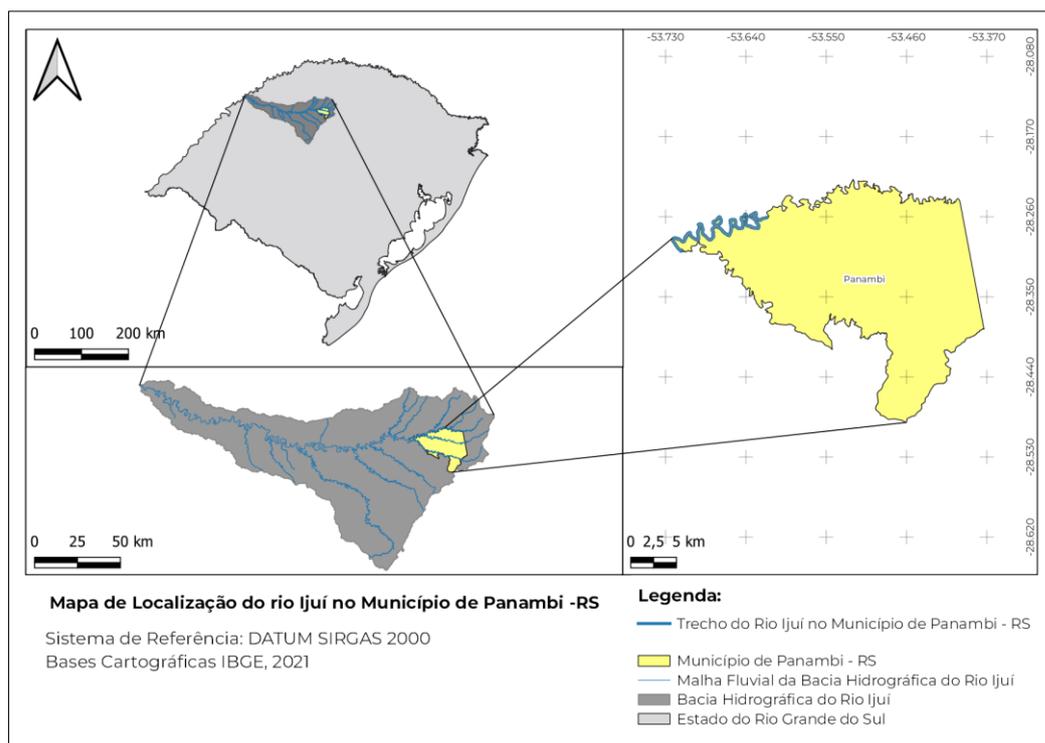
## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde a extensão do rio Ijuí no município de Panambi, que pertence a Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Conforme dados coletados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Panambi possui uma área territorial de 491,570 km<sup>2</sup> com estimativa de população de 44.583 habitantes no ano de 2021. Em 2010 apresentou densidade demográfica de 77,53 hab/km<sup>2</sup> e também Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,761. Em 2020 o Produto Interno Bruto per capita (PIB per capita) foi de R\$47.690,92.

O trecho em estudo enquadra-se como Classe 1, conforme a Resolução n° 111/2012 do Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, a qual aprova o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí (CRH, 2012).

Figura 1 - Mapa de localização do rio Ijuí no município de Panambi - RS.



Fonte:

Elaborado pelos autores, 2023.

Por meio do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Panambi (PMSB, 2016), identifica-se que o sistema de esgotamento sanitário na cidade de Panambi é praticamente inexistente e sendo que o município possui uma rede antiga de drenagem constata-se a existência de ligações de esgoto as redes de drenagem e em alguns casos o despejo direto dos esgotos nos arroios e rios que cruzam o município. Tais situações têm sido foco da preocupação das entidades ambientais de Panambi.

O município de Panambi possui um sistema isolado de abastecimento de água, o sistema se constitui por uma captação superficial no rio Fiúza (pertencente à bacia do rio Ijuí) e cinco captações em poços artesianos (ANA, 2020).

## 2.2. MODELO QUAL-2E

A simulação da capacidade assimilativa de carga poluente no corpo hídrico do rio Ijuí na cidade de Panambi - RS foi realizada pelo modelo QUAL-2E, software formulado pela UFMG, que permite a simulação de variáveis que indicam a qualidade das águas em mananciais superficiais. Para o cálculo dessa simulação, foram utilizados os dados do Quadro 1 e Quadro 2, para modelar as condições naturais do corpo hídrico.

Quadro 1 - Características gerais do corpo hídrico.

Parâmetro (Unidade)	Valor	Parâmetro (Unidade)	Valor
Q (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	0,583	N-nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	0,005
OD (mg L <sup>-1</sup> )	7,0	N-nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	0,01
DBO(mg L <sup>-1</sup> )	2,0	P-org (mg L <sup>-1</sup> )	0,01
N-org (mg L <sup>-1</sup> )	1,0	P-inorg(mg L <sup>-1</sup> )	0,01
N-amon (mg L <sup>-1</sup> )	1,0	Coliformes Termotolerantes (E. Coli)	10 NPM 100 (mg L <sup>-1</sup> )

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Quadro 2 - Valores constantes.

Coeficiente (unidade)	Sigla	Valor
Coeficientes de reaeração	K <sub>2m</sub>	22,45
Coeficiente de reaeração n (d <sup>-1</sup> )	K <sub>2 n</sub>	0,82
Coeficiente de desoxigenação	K <sub>1</sub>	0,4
Coeficiente de decomposição	K <sub>d</sub>	0,7
Coeficiente de sedimentação	K <sub>s</sub>	0,2
Coeficiente de sedimentação (Norg) (d <sup>-1</sup> )	K <sub>so</sub>	0,05
Coeficiente de conversão (Norg) para (Namon)(d <sup>-1</sup> )	K <sub>oa</sub>	0,20
Coeficiente de conversão (Namon-Nnitrito) (d <sup>-1</sup> )	K <sub>an</sub>	0,20
Coeficiente de conversão de (Nnitrito-Nitrato) (d <sup>-1</sup> )	K <sub>nn</sub>	0,75
O <sub>2</sub> equivalente da conversão (N-amon-Nnitrito: mgO <sub>2</sub> )	O <sub>2</sub> Namo	3,30
O <sub>2</sub> equivalente conversão (Nnitrito-Nitrato:mgO <sub>2</sub> )	O <sub>2</sub> Nnitri	1,10
Coeficiente de inibição da nitrificação por baixo OD	Knitr	0,60
pH	-	7
Coeficiente de sedimentação (d <sup>-1</sup> )	Porg- Kspo	0,02
Coeficiente de conversão Porg-Pinorg (d <sup>-1</sup> )	Koi	0,27
Coeficiente de decaimento de coliformes (d <sup>-1</sup> )	Kb	1,00

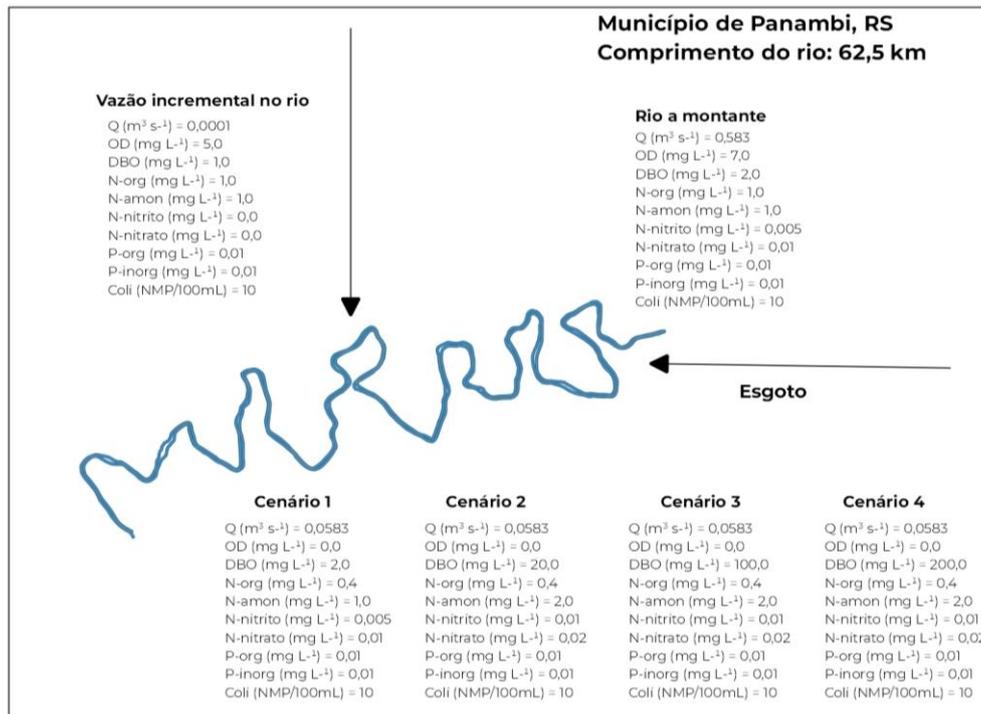
Fonte: Adaptado de Von Sperling, 2005.

## 2.2.1. DIAGRAMA UNIFILAR

Para os cenários 1, 2, 3 e 4 foi realizado o diagrama unifilar do trecho do manancial superficial (Figura 2), em que pode ser observado as características do esgoto lançado, também a vazão incremental e as características do rio a montante do lançamento.

Para os parâmetros apresentados no cenário 1, 2, 3 e 4 os valores estão descritos no Diagrama Unifilar (Figura 2).

Figura 2: Diagrama unifilar para os cenários 1, 2, 3 e 4.



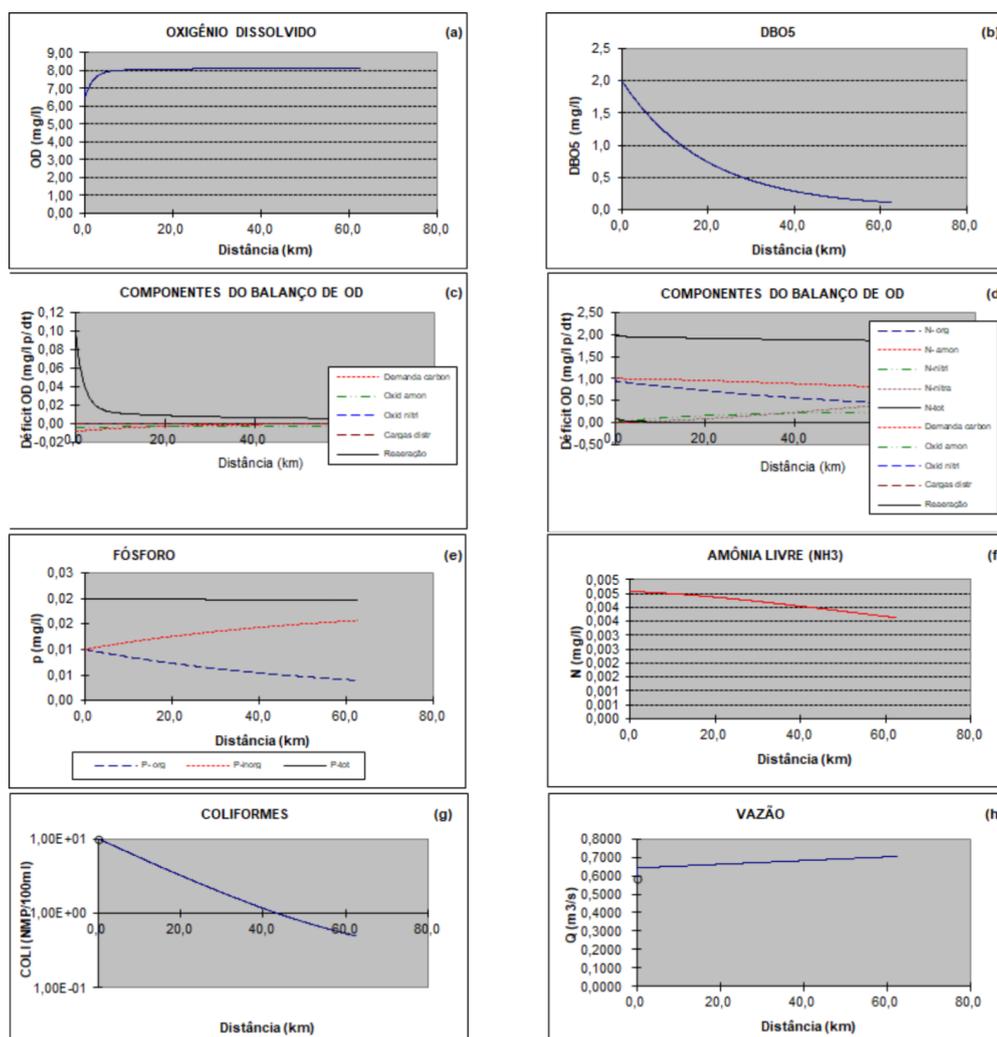
Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. MODELAGEM MATEMÁTICA PARA O CENÁRIO 1

Na Figura 3, estão apresentados os resultados do Cenário 1, de água superficial do rio Ijuí, no trecho da cidade de Panambi - RS, considerando os parâmetros: oxigênio dissolvido, componentes de balanço de OD, concentração de DBO, concentração de nitrogênio, concentração de fósforo total, concentração de amônia livre, a concentração de Coliformes Termotolerantes (E. Coli) e a vazão do rio.

Figura 3 - Gráficos dos resultados dos parâmetros simulados para o Cenário 1 do rio Ijuí, no município de Panambi - RS



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Na Figura 3 (a), pode-se observar que a concentração de OD logo no início do trecho do manancial, está acima da mínima estabelecida pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 ( $6 \text{ mg L}^{-1}$ ), estando em torno de  $6,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Percebe-se que do km 10 em diante, a concentração de OD começa a elevar e mantém-se em torno de  $8 \text{ mg L}^{-1}$ . Nota-se que logo no início do trecho do manancial superficial a concentração de OD está mais baixa e isso pode ser atribuído ao lançamento de efluente contendo alta carga de matéria orgânica, que leva ao consumo de OD para a mineralização da matéria orgânica. Na Figura 3 (b), pode-se observar a DBO, no início  $2 \text{ mg L}^{-1}$  e chegando próximo a  $0,0 \text{ mg L}^{-1}$  ao longo do trecho. Pode-se relacionar as duas situações, sendo que conforme aumenta a concentração de OD, diminui a concentração de DBO, pelo fato da diminuição da matéria orgânica. Ressalta-se que a DBO em todo o trecho do manancial

superficial está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 (até 3 mg L<sup>-1</sup>).

A Figura 3 (c), que traz os componentes do balanço de OD, possui maior variabilidade no início do trecho, é possível observar que a reaeração está alta devido ao lançamento de esgoto no início do trecho, mas que se estabiliza ao longo da extensão do rio. Na Figura 3 (d), observa-se que as concentrações do nitrogênio permanecem estáveis e de acordo com padrões da Resolução CONAMA n° 357/2005. Em relação ao Fósforo Total ( Figura 3 (e)), a concentração está mais alta no início do trecho do manancial superficial, devido haver o lançamento de esgoto nesse ponto e tende a diminuir ao longo do trecho. Destaca-se que este parâmetro está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 (máximo 1 mg L<sup>-1</sup>), sendo um importante parâmetro a ser seguido, devido ao fato de concentrações elevadas de Fósforo podem conduzir a eutrofização dos mananciais superficiais.

A concentração de amônia livre, Figura 3 (f) se encontra em concentração mais elevada no início do trecho do manancial superficial, devido haver o lançamento do esgoto, em torno de 0,005 mg L<sup>-1</sup> e ao longo da extensão do manancial superficial há um decréscimo. Dessa forma, a concentração está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 (valor máximo de 3,7 mg L<sup>-1</sup> para pH  $\leq$  7,5). Da mesma forma, para Coliformes Termotolerantes (E. Coli), na Figura 3 (g), estão mais altos no início do trecho do manancial superficial e ocorre a sua redução ao longo da extensão.

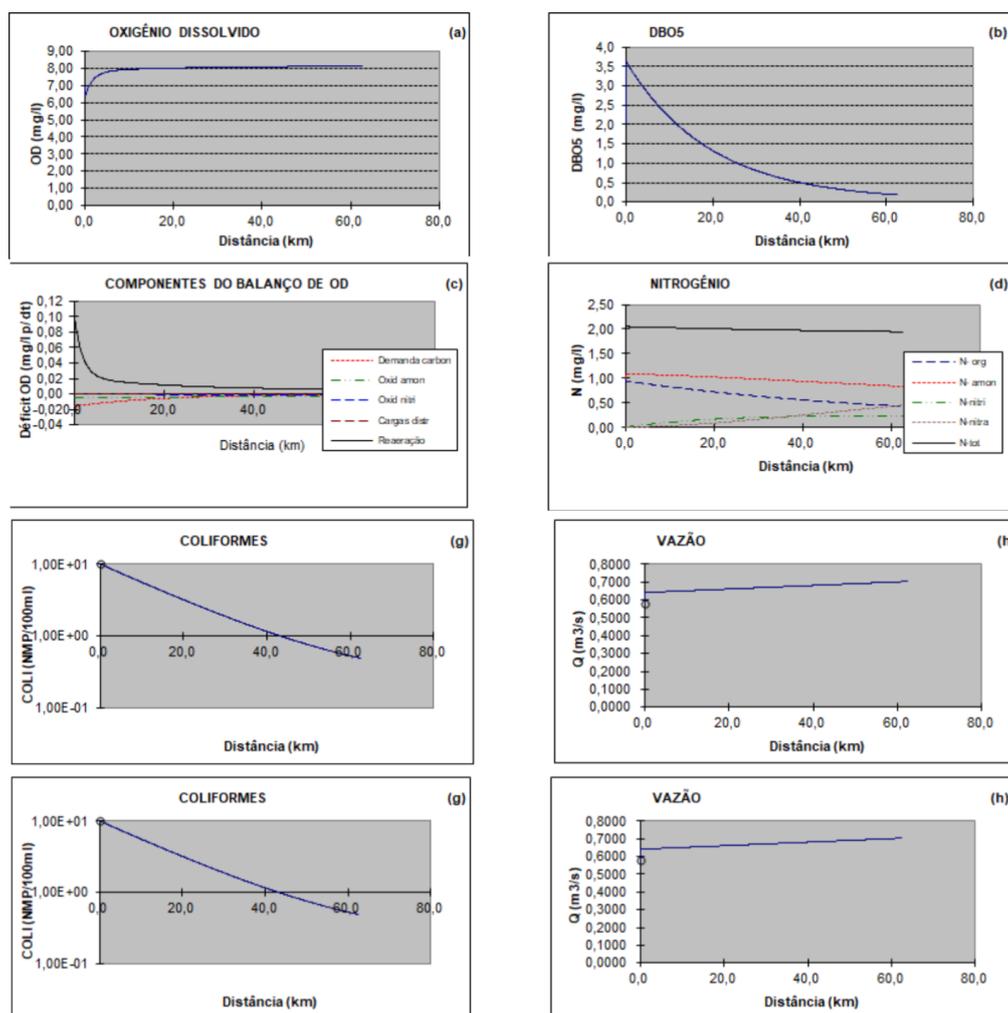
Na Figura 3 (h) pode ser observada a vazão do trecho do manancial superficial, a vazão tem um aumento no início do percurso do rio, pois está havendo o lançamento do esgoto e segue com aumento gradativo ao longo da extensão do manancial em virtude, especialmente de vazões incrementais lançadas ao longo do percurso.

### 3.2. MODELAGEM MATEMÁTICA PARA O CENÁRIO 2

Na Figura 4, estão apresentados os resultados do Cenário 2, de água superficial do rio Ijuí, no trecho da cidade de Panambi - RS, considerando os parâmetros: oxigênio dissolvido, componentes de balanço de OD, concentração de DBO, concentração de nitrogênio, concentração de fósforo total, concentração de amônia livre, a concentração de Coliformes Termotolerantes (E. Coli) e a vazão do rio.



Figura 4 - Gráficos dos resultados dos parâmetros simulados para o Cenário 2 do rio Ijuí, no município de Panambi - RS



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Na Figura 4 (a), pode-se observar que a concentração de OD logo no início do trecho do manancial, está acima da mínima estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para Classe 1 ( $6 \text{ mg L}^{-1}$ ), estando em torno de  $6,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Percebe-se que do km 10 em diante, a concentração de OD começa a elevar e mantém-se em torno de  $8 \text{ mg L}^{-1}$ . Nota-se que logo no início do trecho do manancial superficial a concentração de OD está mais baixa e isso pode ser atribuído ao lançamento de efluente contendo alta carga de matéria orgânica, que leva ao consumo de OD para a mineralização da matéria orgânica. Na Figura 4 (b), pode-se observar a DBO, no início estando alta (em torno de  $3,6 \text{ mg L}^{-1}$ ), acima do padrão estabelecido pela Resolução, a partir do km 5 em diante está abaixo de  $3 \text{ mg L}^{-1}$ , em acordo com a Resolução e ao final do trecho baixando para quase  $0,0 \text{ mg L}^{-1}$ . As duas situações podem ser relacionadas, sendo que conforme aumenta a concentração de OD, diminui a concentração de DBO, pelo fato da

diminuição da matéria orgânica. Ressalta-se que a DBO, tendo uma concentração mais alta no trecho zero ( $3,6 \text{ mg L}^{-1}$ ), em apenas uma parte do trecho do manancial superficial fica em acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 (até  $3 \text{ mg L}^{-1}$ ).

A Figura 4 (c), que traz os componentes do balanço de OD, possui maior variabilidade no início do trecho, é possível observar que a reaeração está alta devido ao lançamento de esgoto no início do trecho, mas que se estabiliza ao longo da extensão do rio. Na Figura 4 (d), observa-se que as concentrações do nitrogênio permanecem estáveis e de acordo com padrões da Resolução CONAMA n° 357/2005. Em relação ao Fósforo Total ( Figura 4 (e)), a concentração está mais alta no início do trecho do manancial superficial, devido haver o lançamento de esgoto nesse ponto e tende a diminuir ao longo do trecho. Destaca-se que este parâmetro está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 (máximo  $1 \text{ mg L}^{-1}$ ), sendo um importante parâmetro a ser seguido, devido ao fato de concentrações elevadas de Fósforo podem conduzir a eutrofização dos mananciais superficiais.

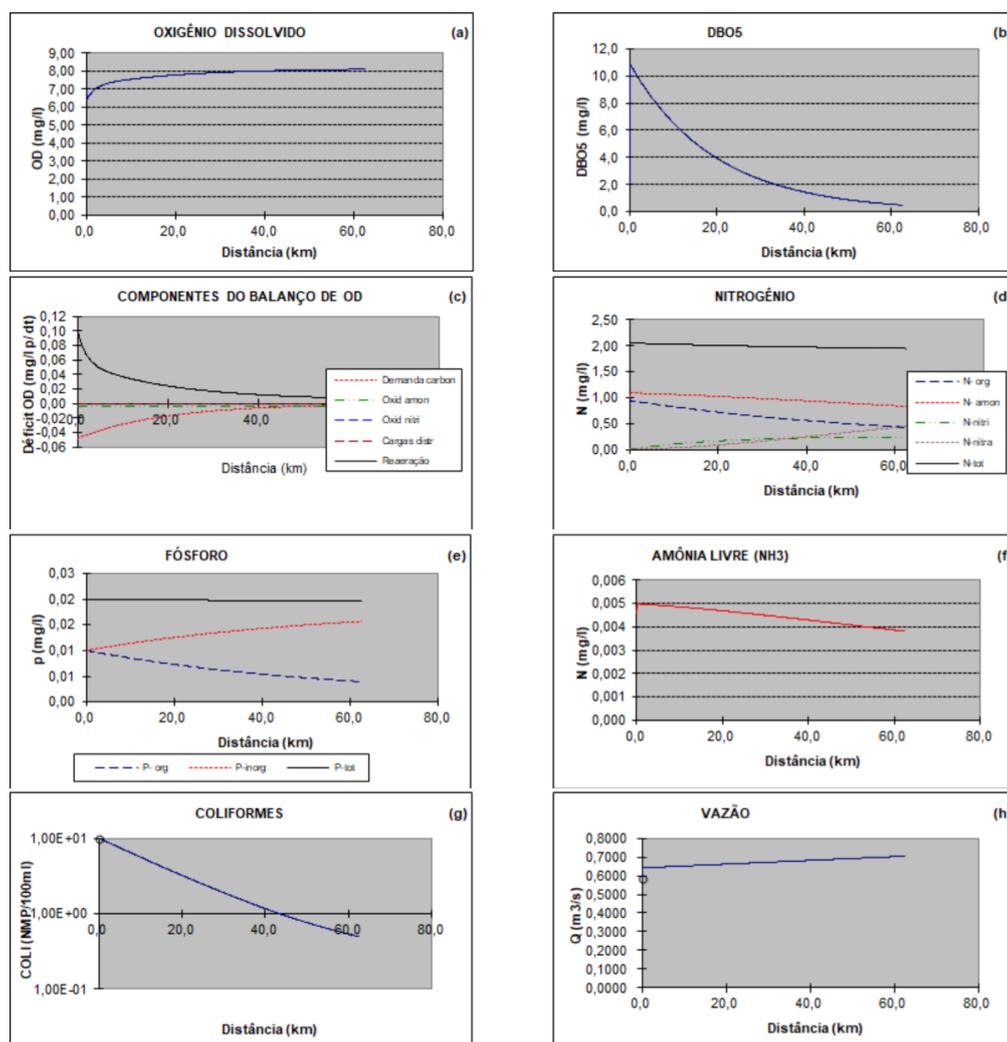
A concentração de amônia livre, Figura 4 (f) se encontra em concentração mais elevada no início do trecho do manancial superficial, devido haver o lançamento do esgoto, em torno de  $0,005 \text{ mg L}^{-1}$  e ao longo da extensão do manancial superficial há um decréscimo. Dessa forma, a concentração está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 (valor máximo de  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  para  $\text{pH} \leq 7,5$ ). Da mesma forma, para Coliformes Termotolerantes (E. Coli), na Figura 4 (g), estão mais altos no início do trecho do manancial superficial e ocorre a sua redução ao longo da extensão.

Na Figura 4 (h) pode ser observada a vazão do trecho do manancial superficial, a vazão tem um aumento no início do percurso do rio, pois está havendo o lançamento do esgoto e segue com aumento gradativo ao longo da extensão do manancial em virtude, especialmente de vazões incrementais lançadas ao longo do percurso.

### 3.3. MODELAGEM MATEMÁTICA PARA O CENÁRIO 3

Na Figura 5, estão apresentados os resultados do Cenário 3, de água superficial do rio Ijuí, no trecho da cidade de Panambi - RS, considerando os parâmetros: oxigênio dissolvido, componentes de balanço de OD, concentração de DBO, concentração de nitrogênio, concentração de fósforo total, concentração de amônia livre, a concentração de Coliformes Termotolerantes (E. Coli) e a vazão do rio.

Figura 5 - Gráficos dos resultados dos parâmetros simulados para o Cenário 3 do rio Ijuí, no município de Panambi - RS



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Conforme a Figura 5 (a), pode-se observar que a concentração de OD logo no início do trecho do manancial, está de acordo com Resolução CONAMA nº 357/2005, para Classe 1 (acima de  $6 \text{ mg L}^{-1}$ ), estando em torno de  $6,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Percebe-se que do km 30 em diante, a concentração de OD começa a elevar e mantém-se em torno de  $8 \text{ mg L}^{-1}$ . Nota-se que logo no início do trecho do manancial superficial a concentração de OD está mais baixa e isso pode ser atribuído ao lançamento de efluente contendo alta carga de matéria orgânica, que leva ao consumo de OD para a mineralização da matéria orgânica, também chamada de zona de decomposição ativa. Na Figura 5 (b), pode-se observar a DBO, no início estando alta ( $11 \text{ mg L}^{-1}$ ), acima do padrão estabelecido pela Resolução, a partir do km 30 em diante está abaixo de  $3 \text{ mg L}^{-1}$ , em acordo com a Resolução e ao final do trecho baixando para quase  $0,0 \text{ mg L}^{-1}$ . As duas situações podem

ser relacionadas, sendo que conforme aumenta a concentração de OD, diminui a concentração de DBO, pelo fato da diminuição da matéria orgânica. Ressalta-se que a DBO, tendo uma alta concentração no trecho zero ( $11 \text{ mg L}^{-1}$ ), em apenas uma parte do trecho do manancial superficial fica em acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 (até  $3 \text{ mg L}^{-1}$ ).

A Figura 5 (c), que traz os componentes do balanço de OD, possui maior variabilidade no início do trecho, é possível observar que a reaeração está alta devido ao lançamento de esgoto no início do trecho, mas que se estabiliza ao longo da extensão do rio. Na Figura 5 (d), observa-se que as concentrações do nitrogênio permanecem estáveis e de acordo com padrões da Resolução CONAMA n° 357/2005. A carga de Fósforo Total que pode ser vista na Figura 5 (e), está mais alta no início do trecho do manancial superficial, devido haver o lançamento de esgoto nesse ponto e tende a diminuir ao longo do trecho. Destaca-se que este parâmetro está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 (máximo  $1 \text{ mg L}^{-1}$ ), sendo um importante parâmetro a ser seguido, devido ao fato de concentrações elevadas de Fósforo podem conduzir a eutrofização dos mananciais superficiais.

A concentração de amônia livre, Figura 5 (f) está mais alta no início do trecho do manancial superficial, devido haver o lançamento do esgoto, em torno de  $0,005 \text{ mg L}^{-1}$  e ao longo da extensão do manancial superficial há um decréscimo. Dessa forma, a concentração está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 (valor máximo de  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  para  $\text{pH} \leq 7,5$ ). Da mesma forma, para Coliformes Termotolerantes ou Escherichia Coli, na Figura 5 (g), estão mais altos no início do trecho do manancial superficial e vão diminuindo ao longo da extensão.

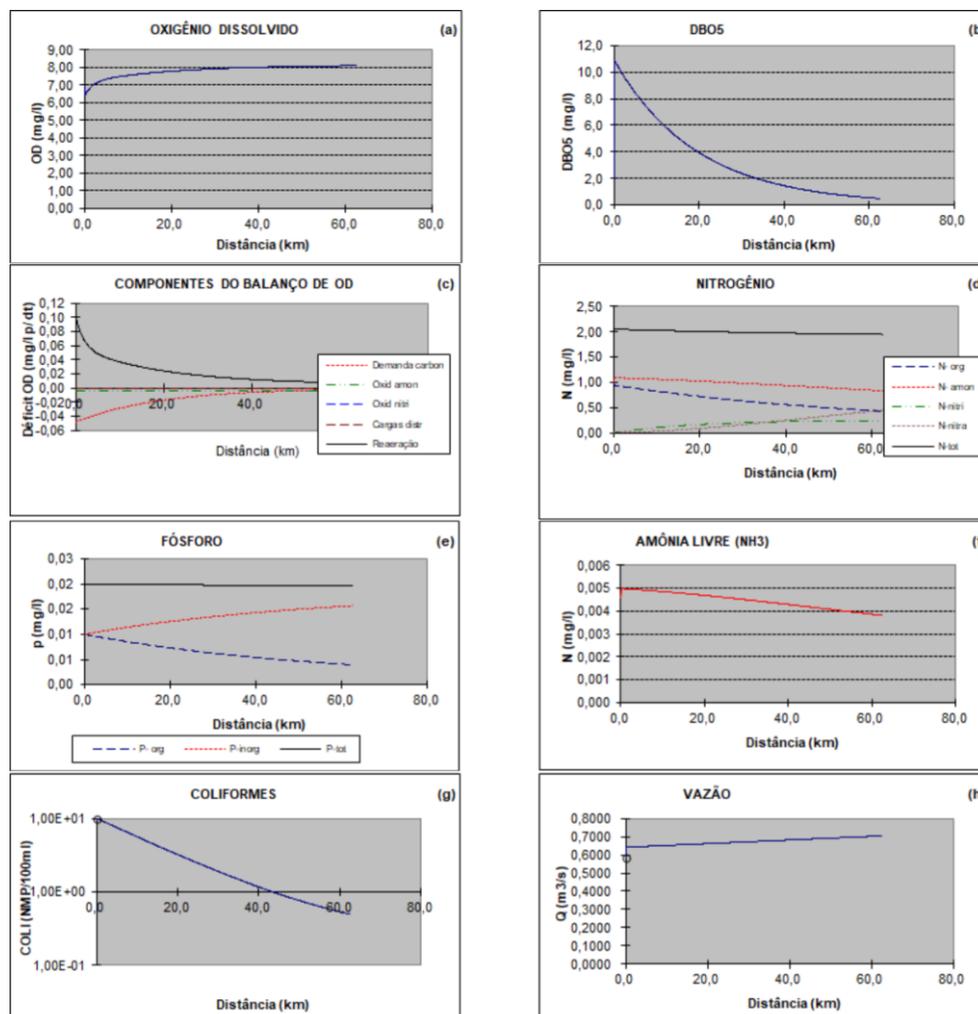
Na Figura 5 (h) pode ser observada a vazão do trecho do manancial superficial, a vazão tem um aumento no início, pois está havendo o lançamento do esgoto e segue aumentando ao longo da extensão do manancial, sendo que tem-se levar em conta também as vazões incrementais que são lançadas ao longo do percurso.

### 3.4. MODELAGEM MATEMÁTICA PARA O CENÁRIO 4

Na Figura 6, estão apresentados os resultados do Cenário 4, de água superficial do rio Ijuí, no trecho da cidade de Panambi - RS, considerando os parâmetros: oxigênio dissolvido, componentes de balanço de OD, concentração de DBO, concentração de

nitrogênio, concentração de fósforo total, concentração de amônia livre, a concentração de Coliformes Termotolerantes (E. Coli) e a vazão do rio.

Figura 6 - Gráficos dos resultados dos parâmetros simulados para o cenário 4 do rio Ijuí, no município de Panambi - RS



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Conforme a Figura 6 (a), pode-se observar que a concentração de OD logo no início do trecho do manancial, está de acordo com Resolução CONAMA nº 357/2005, para Classe 1 (acima de  $6 \text{ mg L}^{-1}$ ), estando próximo de  $6,5 \text{ mg L}^{-1}$ . Percebe-se que desde o início do trecho a concentração de OD começa a elevar até o km 40, depois mantém-se em torno de  $8 \text{ mg L}^{-1}$ . Nota-se que logo no início do trecho do manancial superficial a concentração de OD está mais baixa e isso pode ser atribuído ao lançamento de efluente contendo alta carga de matéria orgânica, que leva ao consumo de OD para a mineralização da matéria orgânica, também chamada de zona de decomposição ativa. Na Figura 6 (b) pode-se observar a DBO, no início estando bem alta,  $20 \text{ mg L}^{-1}$ , não atendendo os padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005, mas que no decorrer do

trecho baixa para quase  $0,0 \text{ mg L}^{-1}$ . As duas situações podem ser relacionadas, sendo que conforme aumenta a concentração de OD, diminui a concentração de DBO, pelo fato da diminuição da matéria orgânica ao longo do trecho do rio.

A Figura 6 (c), que traz os componentes do balanço de OD, possui maior variabilidade no início do trecho, é possível observar que a reaeração está alta devido ao lançamento de esgoto no início do trecho, mas que se estabiliza ao longo da extensão do rio. Na Figura 6 (d), observa-se que as concentrações do nitrogênio permanecem estáveis e de acordo com padrões da Resolução CONAMA n° 357/2005. A carga de Fósforo Total que pode ser vista na Figura 6 (e), está mais alta no início do trecho do manancial superficial, devido haver o lançamento de esgoto nesse ponto e tende a diminuir ao longo do trecho. Destaca-se que este parâmetro está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1 (máximo  $1 \text{ mg L}^{-1}$ ), sendo um importante parâmetro a ser seguido, devido ao fato de concentrações elevadas de Fósforo podem conduzir a eutrofização dos mananciais superficiais.

A concentração de amônia livre, Figura 6 (f) está mais alta no início do trecho do manancial superficial, devido haver o lançamento do esgoto, em torno de  $0,005 \text{ mg L}^{-1}$  e ao longo da extensão do manancial superficial há um decréscimo. Dessa forma, a concentração está de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005 (valor máximo de  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  para  $\text{pH} \geq 7,5$ ). Da mesma forma, para Coliformes Termotolerantes ou Escherichia Coli, na Figura 6 (g), estão mais altos no início do trecho do manancial superficial e vão diminuindo ao longo da extensão.

Na Figura 6 (h) pode ser observada a vazão do trecho do manancial superficial, a vazão tem um aumento no início, pois está havendo o lançamento do esgoto e segue aumentando ao longo da extensão do manancial, sendo que tem-se levar em conta também as vazões incrementais que são lançadas ao longo do percurso.

#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com o objetivo proposto neste estudo, pode-se concluir que os quatro cenários simulados para o manancial superficial, sendo o trecho do rio Ijuí, no município de Panambi - RS, apresentaram capacidade de autodepuração para tais valores simulados. Ressalta-se que apenas para o Cenário 1, todos os parâmetros analisados estavam de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, para Classe 1. Já para os



cenários 2, 3 e 4 a concentração de DBO, no início do trecho, estava acima do valor máximo permitido pela referida Resolução (até 3 mg L<sup>-1</sup>).

No entanto, ainda que, todos os cenários apresentassem capacidade de autodepuração, recomenda-se que seja realizado o tratamento adequado dos efluentes, preliminarmente ao lançamento no corpo hídrico, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, para corpo hídrico Classe 1, sendo que ao longo dos anos, o corpo hídrico pode perder a capacidade de autodepuração, com o lançamento de efluentes em desacordo com o estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Por fim, sugere-se futuramente a continuidade do estudo, no rio Ijuí, utilizando-se de dados reais, podendo realizar sua melhor caracterização e assim possibilitar formas de controle da poluição do manancial hídrico superficial com maior precisão.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFFS por possibilitar a realização destes estudos e a DESA -UFMG pela disponibilização do Modelo QUAL-2E.

## REFERÊNCIAS

- ANA. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**. Sistema isolado - Sistema Aduutor de Panambi. Disponível em: <[https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/RIO\\_TDR\\_SNIRH/RS-NO-SAA-042.pdf](https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/RIO_TDR_SNIRH/RS-NO-SAA-042.pdf)>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.
- ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. B. **Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada**. 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/eagri/a/tF5D7Q4vqZRwh8NQnkbmLyn/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2023.
- BALDOCHI, M. A. **Utilização do Modelo QUAL2E como apoio ao gerenciamento da qualidade das águas da Bacia do Córrego dos Bagres**. 2002. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-01122016-130751/publico/Dissert\\_Baldochi\\_MariaA\\_corrigida.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-01122016-130751/publico/Dissert_Baldochi_MariaA_corrigida.pdf)>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.
- BRASIL. **Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA**. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília. P. 58-63. 18 mar. 2005.



- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005.
- BRASIL. **Resolução CHR/RS nº 111/2012 de 13 de setembro de 2012**. Aprova o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, Sema - Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
- BRASIL. Prefeitura Municipal de Panambi - RS. **Plano de Saneamento Básico Municipal - PSBM de Panambi** - RS. 2016. Disponível em: <<https://app.rios.org.br/index.php/s/RFscaKT4z8ESpfA?dir=undefined&path=%2Fpanambi-rs&openfile=4560734>>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.
- CUNHA, C. L. N.; FERREIRA, A. P. **Modelagem matemática para avaliação dos efeitos de despejos orgânicos nas condições sanitárias de águas ambientais**. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/TDnPPt7Yzdbx8WDmXYK8nFg/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 06 de fevereiro de 2023.
- FARHADIAN, M.; HADDAD, O. B.; PAZOKI, M.; LOÁCIGA, H. A. **Impacto adverso mínimo da descarga de efluentes poluídos em rios com locais selecionados**. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670717310077>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2023.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Cidades e Estados - Panambi/RS. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/panambi.html>>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2023.
- KNAPIK, H. G.; FERNANDES, C. V. S.; BASSANESI, K. **Qualidade da Água da Bacia do Rio Iguaçu: Diferenças Conceituais entre os Modelos QUAL2E e QUAL2K**. 2011. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/3/877337ad835749db722200c8cbde8416\\_72f532d568633d035619e0d4dc8df8ce.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/3/877337ad835749db722200c8cbde8416_72f532d568633d035619e0d4dc8df8ce.pdf)>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.
- PERIN, L. T. **Uso do Modelo QUAL-UFMG no estudo da qualidade da água e da capacidade de autodepuração do rio km119 – Campo Mourão - PR**. 2013. Disponível em: <[https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7092/2/CM\\_COEAM\\_2012\\_2\\_13.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7092/2/CM_COEAM_2012_2_13.pdf)>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2023.
- REZENDE, G. R. **Aplicação do Modelo matemático de qualidade da água QUAL2E para o estudo do comportamento dos nutrientes nitrogênio e fósforo no rio Monjolino, São Carlos - SP**. 2011. <Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/76cffe12e3bfa084e44d58c3875ad10\\_2e06320f96a8282984ca59d692665ca0.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/76cffe12e3bfa084e44d58c3875ad10_2e06320f96a8282984ca59d692665ca0.pdf)>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2023.



## ANÁLISE DA CAPACIDADE ASSIMILATIVA DE CORPO HÍDRICO LÓTICO CONSIDERANDO VARIÁVEIS TEÓRICAS E SIMULAÇÃO POR MEIO DO MODELO QUAL-2E

ANALYSIS OF THE ASSIMILATIVE CAPACITY OF A LOTIC WATER BODY CONSIDERING THEORETICAL VARIABLES AND SIMULATION USING THE QUAL-2E MODEL

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-4

Eduardo Dias Fenner<sup>1</sup>

Camila Guerim Pieniz<sup>2</sup>

Gabriel do Amaral Minussi<sup>1</sup>

Jéssica Piovesan Bertolo<sup>3</sup>

Laíse Pellin<sup>3</sup>

Lucas Bohnenberger<sup>4</sup>

Alcione Aparecida de Almeida Alves<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestrando no Programa de Pós-graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis - PPGATS. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS.

<sup>2</sup> Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS.

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS.

<sup>4</sup> Mestrando no Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

<sup>5</sup> Doutora em Engenharia Ambiental. Docente da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS.

### RESUMO

O estudo teve como objetivo analisar variáveis teóricas aplicadas à simulação de capacidade assimilativa de corpo hídrico lótico por meio do modelo QUAL-2E de autodepuração de um rio, no período de abril e maio de 2021 considerando 4 cenários teóricos de simulações para um corpo hídrico lótico Classe 2, localizado na Região Macro missioneira e com extensão de 40 km. A metodologia baseou-se na inserção de dados secundários ao modelo matemático QUAL-2E. Os resultados obtidos no modelo das simulações 1, 2, 3 e 4, demonstraram um aumento de carga poluidora crescente conforme o avanço dos cenários. Os resultados das simulações considerando os parâmetros físico-químicos: Oxigênio Dissolvido (OD), Nitrogênio Amoniacal (N-amon), Nitrito (N-nitrito), Nitrato (N-nitrato), Fósforo (P-total), Escherichia Coli (E-Coli) permaneceram de acordo com a Resolução n° 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente

(CONAMA) após a simulação, entretanto em relação a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apenas a simulação 1 correspondeu ao atendimento de 100% do trecho do corpo hídrico modelado, enquanto que nas simulações 2, 3 e 4 apresentaram valores de atendimento de 94,5%; 33,3%; e 9,8%, respectivamente. Concluiu-se, portanto, que, para as cargas teóricas aplicadas apenas a simulação 1 possibilitou a manutenção da Classe 2 conforme a Resolução CONAMA n° 357/2005 na extensão dos 40 km modelados.

**Palavras-chave:** Efluente. Legislação. Modelagem. Parâmetros.

### ABSTRACT

The study aimed to analyse theoretical variables applied to the simulation of the assimilative capacity of lotic water body through the QUAL-2E model of self-purification of a river, in the period from April to May 2021 considering 4

theoretical scenarios of simulations for a Class 2 lotic water body located in the Macro missioneira Region and with an extension of 40 km. The methodology was based on the insertion of secondary data into the mathematical model QUAL-2E. The results obtained in the simulations 1, 2, 3, and 4 showed an increasing pollutant load as the scenarios progressed. The results of the simulations considering the physical-chemical parameters: Dissolved Oxygen (DO), Ammoniacal Nitrogen (N-ammon), Nitrite (N-nitrite), Nitrate (N-nitrate), Phosphorus (P-total), Escherichia Coli (E-Coli) remained in accordance with Resolution no. 357/2005 of the National Environmental

Council (CONAMA) after the simulation, however in relation to Biochemical Oxygen Demand (BOD) only simulation 1 corresponded to 100% attendance of the modeled water body segment, while in simulations 2, 3, and 4 presented attendance values of 94.5%; 33.3%; and 9.8%, respectively. It was concluded, therefore, that for the theoretical loads applied only simulation 1 made it possible to maintain Class 2 according to CONAMA Resolution no. 357/2005 in the modeled extension of 40 km.

**Keywords:** Wastewater. Legislation. Modeling. Parameters.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso finito, que precisa ser preservado, de modo de ter uma boa qualidade e quantidade, sendo essencial para a sobrevivência, e sendo considerada como um fator limitante para o desenvolvimento de cada região. A água por ser renovável, a sua disponibilidade pode se tornar escassa em função da degradação das atividades antropogênicas (VON SPERLING, 2005).

A qualidade da água de uma bacia hidrográfica está relacionada a vários fatores, como as atividades desenvolvidas no recurso hídrico, o seu uso, como a recreação, o abastecimento público e a diluição de efluentes. Com o crescimento populacional, requer uma ocupação do solo, da água, para atividades agrícolas e urbanas, que assim acaba gerando efluentes, onde é necessário de um tratamento adequado, pois posteriormente acabam chegando aos rios, por meio do escoamento superficial ou de lançamentos pontuais, tendo como resultado a degradação dos recursos hídricos (COMBER et al., 2022; JIANG et al., 2020).

Devido aos diversos usos dos recursos hídricos, incluso o despejo de poluente, poderá acarretar na redução na qualidade da água, com inclusive, restrição de seu uso, por isso é preciso buscar metas para um desenvolvimento econômico condizentes com a sustentabilidade, para minimizar os efeitos poluidores dos lançamentos de efluentes e resíduos nestes ambientes (BARCELLOS; SOUZA, 2022).

Considerando que, Lei Federal nº 6.938/1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente tem como objetivo “à preservação e restauração dos recursos ambientais com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente,



concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida” (BRASIL, 1981), e a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes” (BRASIL, 2005), faz-se necessário compreender a capacidade assimilativa e de autodepuração dos ambientes aquáticos.

Para tanto, foram desenvolvidos modelos matemáticos para auxiliar na verificação da qualidade da água, diagnosticando os fatores que podem vir afetar, prevendo futuros impactos e auxiliando na administração dos recursos hídricos (CHHIPI-SHRESTHA et al., 2021; MARTINS et al., 2008).

Dentre os modelos matemáticos de autodepuração que derivam do Modelo de Streeter-Phelps (STREETER; PHELPS, 1925), no QUAL-2E da UFMG é possível obter dados para um controle ambiental, e podendo analisar a capacidade de autodepuração do corpo hídrico, para que eles sejam passíveis de assimilar as cargas poluidoras que vem a acontecer na extensão do rio. Cabe destacar que, o “modelo QUAL-2E, foi desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) o qual representa em profundidade os ciclos biogeoquímicos do oxigênio, nitrogênio e fósforo, traduzido pela degradação da matéria orgânica, crescimento e respiração de algas, nitrificação, hidrólise do fósforo, sedimentação de algas e compostos orgânicos de nitrogênio e fósforo, salientando-se que em todos estes processos há a completa interdependência do efeito do ciclo do oxigênio sobre aqueles” (GASTALDINI; SEFRIN; PAZ, 2002).

Assim sendo, o objetivo deste estudo foi de analisar com auxílio do Modelo QUAL-2E e com variáveis teóricas a capacidade de autodepuração de um trecho de 40 km de um corpo hídrico localizado na região Macromissioneira situada a noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), respeitando-se a Classe do corpo hídrico conforme estabelecido na Resolução nº 357/2005 do CONAMA.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

A modelagem de autodepuração e controle de poluição hídrica perfaz parte do corpo hídrico denominado Rio Ijuí (Mapa 1), localizado no estado do Rio Grande do Sul,



na encosta ocidental do Planalto Médio Riograndense, na Mesorregião do Noroeste Rio-Grandense, zona fisiográfica das Missões. A extensão do corpo hídrico em estudo é de 40 km e apresenta no maior trecho Classe 2.

Conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, a classificação dos corpos de água para água doce em classe 2, podem ser destinadas para: o abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.

Mapa 1 – Extensão do rio na região Macromissioneira.



Fonte: Google Earth (2021).

## 2.2. MODELO QUAL-2E

O modelo matemático QUAL-2E, foi criado em 1985, por Southeast Michigan Council of Governments (SEMCOG) lançando um modelo versátil para qualidade de águas correntes que permite a simulação de até quinze parâmetros, são eles: demanda bioquímica de oxigênio (demanda carbonácea), oxigênio dissolvido, demanda bentônica de oxigênio, clorofila, nitrogênio (amônia, nitrito e nitrato), fósforo, coliformes, material radioativo, minerais conservativos, temperatura (PALMIERI, 2004). Segundo o autor, para a utilização do modelo é necessário a representação esquemática, que irá dividir o rio em trechos com características hidráulicas constantes. Cada trecho será subdividido em elementos computacionais (ECs) de mesmos comprimentos, onde esses elementos computacionais estarão ligados uns aos outros, considerando os mecanismos de

transporte e dispersão. Sendo que, o modelo funciona basicamente analisando a qualidade da água em um certo espaço de tempo, no transporte de massa unidimensional, levando em conta os efeitos de advecção e dispersão, e as características do corpo hídrico.

A utilização do modelo QUAL-2E da UFMG neste estudo se fez considerando os valores teóricos descritos por Von Sperling (2005), conforme apresentado no Tabela 1.

Tabela 1 - Relação das constantes para o modelo QUAL-2E.

Coeficiente	Valor/Unidade	Coeficiente	Valor/Unidade
Reaeração ( $K_2$ )	$m = 22,45 / n = 0,82 d^{-1}$	Conversão de Nitrito em Nitrato ( $K_{nm}$ )	$0,75 d^{-1}$
Valor máximo de reaeração ( $K_2$ )	$10,00 d^{-1}$	Equivalência de $O_2$ da conversão de Nitrogênio Amoniacal em Nitrito ( $O_2$ Namon)	$3,30 mgO_2 / mgNamon oxid$
Desoxigenação ( $K_1$ )	0,4	Equivalência de $O_2$ da conversão de Nitrito em Nitrato ( $O_2$ Nitr)	$1,10 mgO_2 / mgNnitrito oxid$
Decomposição ( $K_d$ )	0,7	Inibição da nitrificação de OD (Knitr)	0,60
Sedimentação ( $K_s$ )	0,2	Potencial Hidrogeniônico (pH)	7,0
Sedimentação de Nitrogênio Orgânico ( $K_{so}$ )	$0,05 d^{-1}$	Sedimentação de fósforo orgânico (Kspo)	$0,02 d^{-1}$
Conversão de Nitrogênio Orgânico em Amônia ( $K_{oa}$ )	$0,20 d^{-1}$	Conversão de fósforo orgânico em inorgânico (Koi)	$0,27 d^{-1}$
Conversão de Nitrogênio Amoniacal em Nitrito ( $K_{an}$ )	$0,20 d^{-1}$	Decaimento de coliformes (Kb)	$1,00 d^{-1}$

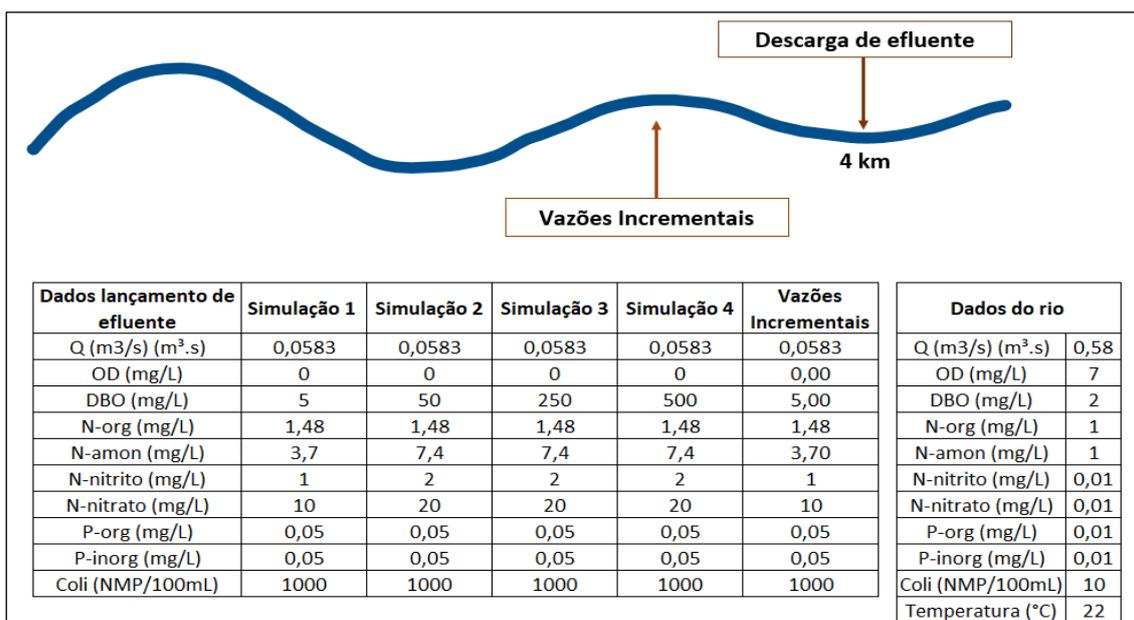
Fonte: Autoria própria (2021), baseado em VON SPERLING, (2005).

### 2.2.1. CENÁRIOS PARA A MODELAGEM DE AUTODEPURAÇÃO

Para a realização das simulações, foi estabelecido 4 diferentes cenários ao rio localizado na região Macromissioneira, com trecho estabelecido representado no Mapa 1. Na Figura 1 está o diagrama unifilar com representações de onde a descarga do efluente é realizada bem como as vazões incrementais e os valores dos parâmetros para cada simulação realizada. Ainda na Figura 1 os dados do rio a montante estão sendo mostrados.



Figura 1 - Diagrama Unifilar com os 4 cenários para as simulações.



Fonte: Autoria própria (2022).

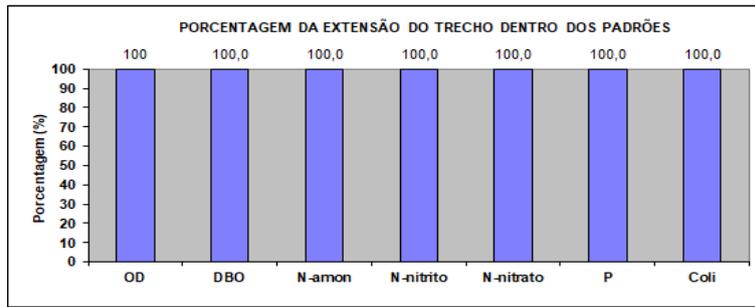
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados são decorrentes da utilização do modelo QUAL-2E, onde foram realizados 4 cenários diferentes de simulações.

#### 3.1. SIMULAÇÃO 1

Na Figura 2 estão apresentadas as porcentagens da extensão do trecho do corpo hídrico de Classe 2 considerando os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, bem como os valores das variáveis teóricas descritas no Quadro 1 e os valores de simulação 1 apresentados na Figura 1.

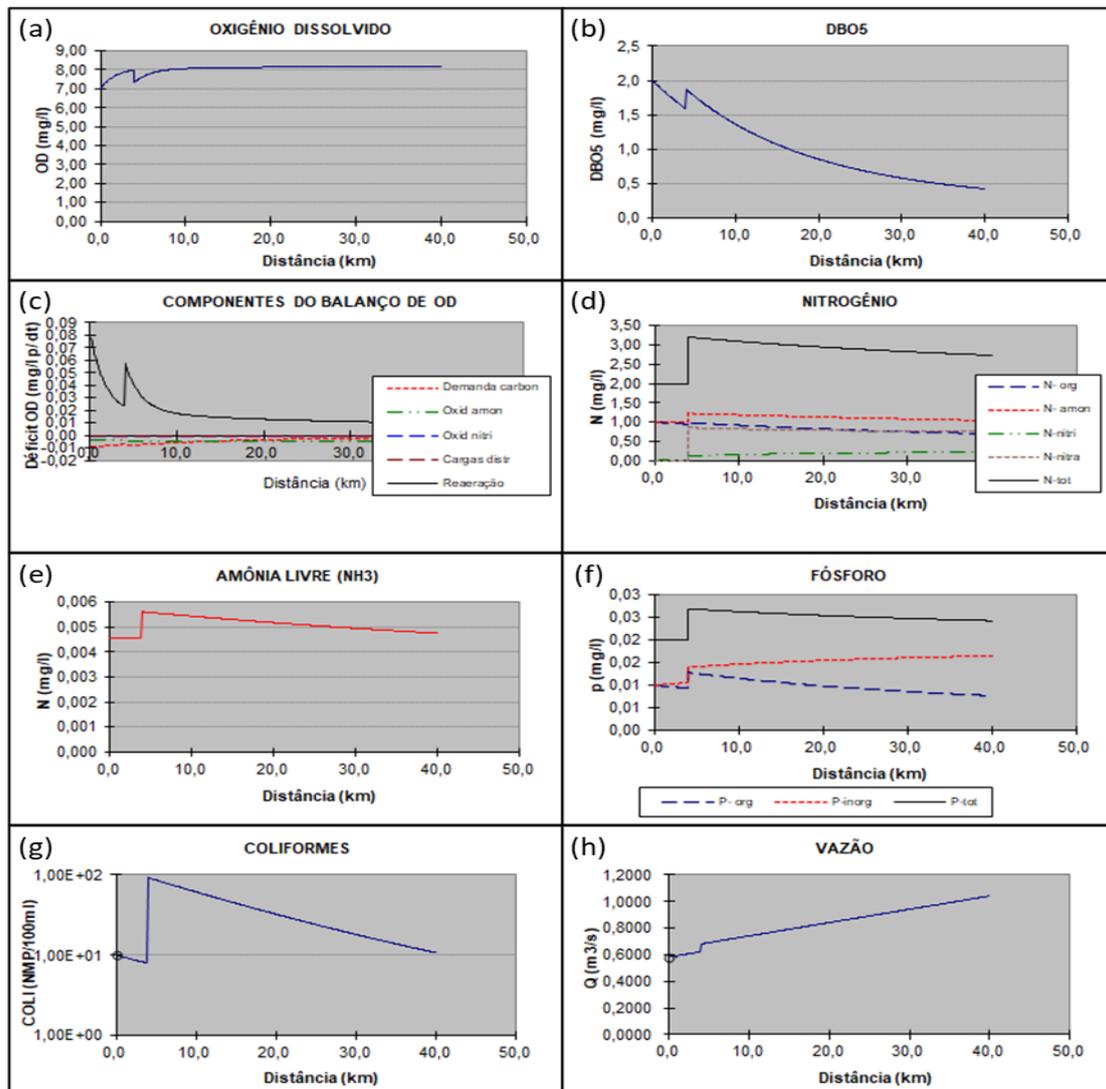
Figura 2 - Porcentagem dos parâmetros no trecho conforme as legislações na simulação 1



Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme a Figura 2 identifica-se que os parâmetros OD, DBO, N-amon, N-nitrito, N-Nitrato, P e E-Coli estão de acordo com o que é estipulado com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Figura 3 - Gráficos dos parâmetros da simulação 1



Fonte: Autoria própria (2021).

O OD conforme a Figura 3 (a) no momento inicial tem uma concentração no início do trecho de  $7 \text{ mg L}^{-1}$  onde esse parâmetro continua a subir até o trecho de 4 km onde há uma fonte de lançamento pontual de esgoto no qual haverá uma diminuição do OD disponível presente no corpo hídrico. No entanto, o OD em nenhum trecho fica abaixo dos valores estabelecidos conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, ou seja,  $5 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{O}_2$ .

A DBO conforme a Figura 3 (b) está de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, pois não excede  $5 \text{ mg L}^{-1}$ , conforme apresentado em gráfico, que inicialmente está em  $2 \text{ mg L}^{-1}$  e não ultrapassa esse valor no decorrer do corpo hídrico, atingindo um valor final inferior a  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ .

No início do trecho o corpo hídrico possuía uma concentração de  $2 \text{ mg L}^{-1}$  de Nitrogênio total, já no 4 km houve uma elevação para aproximadamente  $3,3 \text{ mg L}^{-1}$ , concentração essa que percorre toda extensão do rio, logo está em desacordo com a Resolução CONAMA 357/2005, a qual estabelece uma concentração de Nitrogênio Total igual a  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

O comportamento da amônia livre é demonstrado na Figura 3 (e), e nesta, nota-se um aumento em sua concentração no km 4, podendo ser explicado pelo despejo do efluente. Contudo há um decaimento ao longo dos trechos do corpo hídrico relacionado com a sua capacidade de autodepuração. De acordo com a legislação vigente, ou seja, a Resolução CONAMA 357/2005, o parâmetro de amônia livre está de acordo ao longo de todos os trechos, sendo que a concentração permitida de nitrogênio amoniacal é de  $3,7 \text{ mg L}^{-1}$  considerando o pH 7 do corpo hídrico.

A partir da Figura 3 (f), pode-se observar um aumento da concentração de P-total no km 4, atribuído ao despejo do esgoto, que também ocorre neste ponto. Considerando a legislação vigente, inicialmente o P-total é de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ . Com a inserção do esgoto, a concentração de P-total elevou-se para  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$  e permaneceu em torno deste valor durante o restante do corpo hídrico, com pouco decaimento e continuou dentro dos limites estabelecidos pela legislação. Ambos os trechos, os níveis de P-total estão de acordo com o que é estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

No trecho do corpo hídrico respectivo ao km 4, houve o incremento de E-Coli (Figura 3 (g)). No entanto, mesmo com esse aumento não houve desconformidades



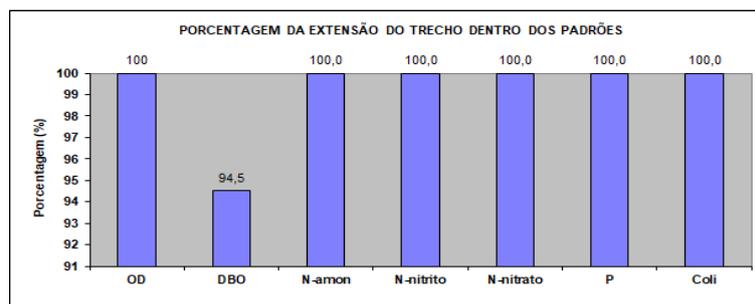
desse parâmetro com a Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece um valor limite de 1.000 NMP para cada 100 mL analisados.

No tocante a vazão do corpo hídrico receptor, conforme a Figura 3 (h), inicialmente se há aumento na vazão devido ao fato do rio estar recebendo vazões incrementais, a partir do km 4 onde há um lançamento de efluente pontual, há um aumento ainda maior da vazão do corpo hídrico. E após esse trecho há um aumento gradual da vazão devido ao corpo hídrico estar recebendo vazões incrementais durante seu percurso.

### 3.2. SIMULAÇÃO 2

Na Figura 4 estão apresentadas as porcentagens da extensão do trecho do corpo hídrico de Classe 2 considerando os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, bem como os valores das variáveis teóricas descritas no Tabela 1 e os valores de simulação 2 apresentados na Figura 1.

Figura 4 - Porcentagem dos parâmetros no trecho conforme as legislações na simulação 2.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Pode-se observar que os parâmetros OD, DBO, N-amon, N-nitrito, N-Nitrato, P e E-Coli estão de acordo com o que é estipulado com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

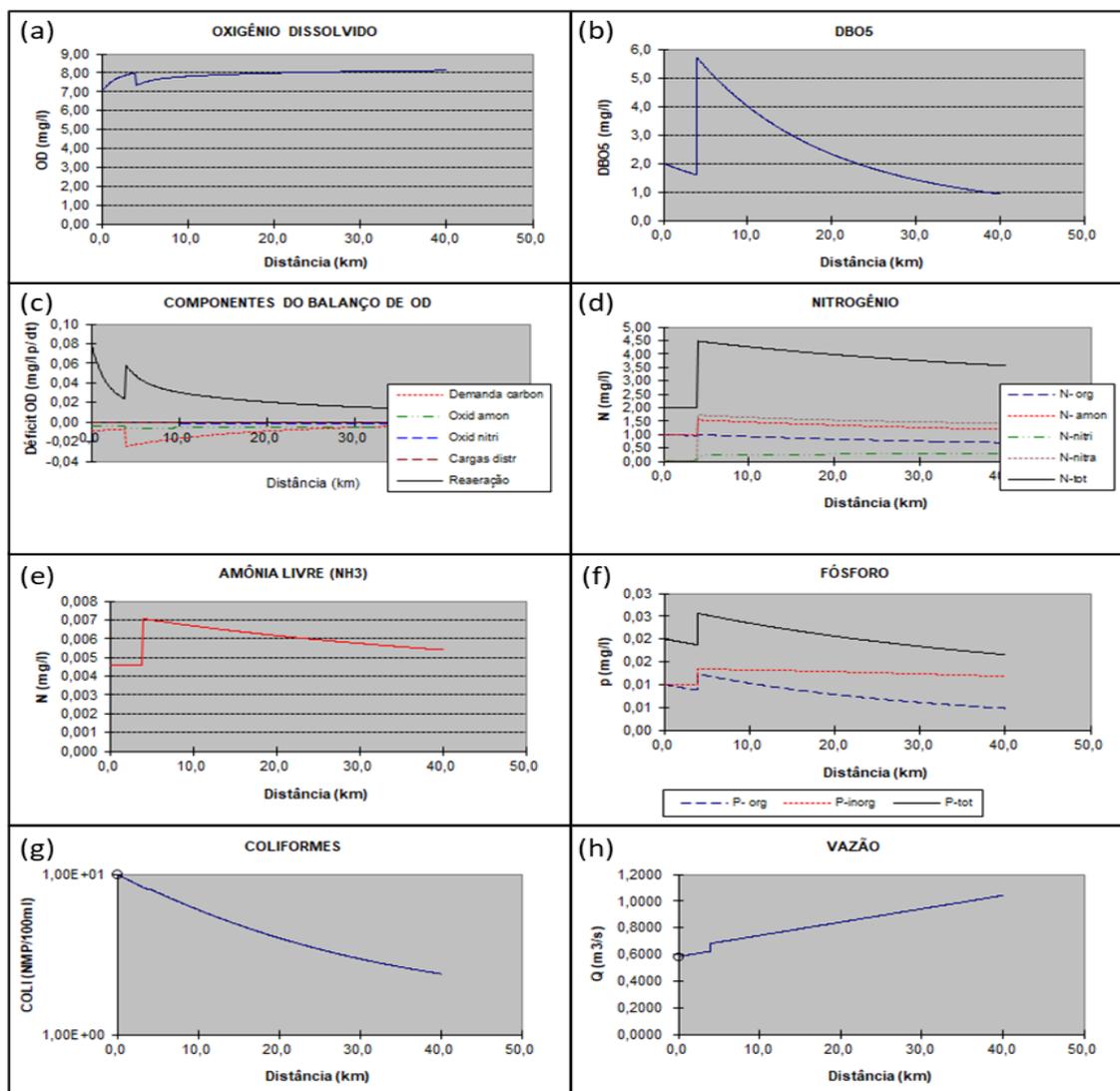
O parâmetro de DBO não se enquadrou nos padrões estipulados pela legislação, atendendo 94,5% na extensão deste trecho do Rio Ijuí onde ocorreu a simulação, entretanto, o corpo hídrico apresenta uma grande quantidade de OD presente no meio, logo presume-se que o corpo hídrico conseguirá depurar a matéria orgânica ao longo de seu percurso simulado.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que os limites mínimos para OD são de 5 mg L<sup>-1</sup> O<sub>2</sub>. Conforme se pode verificar na Figura 5 (a), em nenhum percurso do corpo hídrico o parâmetro OD ficou abaixo dos padrões estipulados por esta Resolução.

Através da Figura 5 (b) observou-se que o parâmetro de DBO teve uma leve redução, seguido de um aumento no km 4 do rio passando de 1,6 para 5,7 mg L<sup>-1</sup>, isso se deve ao fato de ocorrer uma descarga pontual de esgoto nesse trecho, entretanto, ao longo do percurso do rio observou-se uma redução constante deste parâmetro, se enquadrando novamente aos padrões estipulados pela Resolução CONAMA n° 357/2005 a partir do km 6,2.

Conforme apresentado na Figura 5 (c), os componentes do balanço de OD, observou-se uma redução do parâmetro no início do trecho do rio até o ponto de lançamento pontual de esgoto. Nota-se que após a zona de mistura houve uma redução na reaeração e consequentemente um aumento na demanda carbonácea.

Figura 5 - Gráficos dos parâmetros da simulação 2.



Fonte: Autoria própria (2021).

Na Figura 5 (d), foram apresentadas as concentrações de N-org, N-amon, N-nitri e N-nitra. Observou-se através dos resultados que os parâmetros tiveram comportamentos semelhantes aos demais parâmetros, com valores inicialmente baixos, seguido de um aumento das concentrações no km 4. Isso ocorreu devido ao lançamento pontual de esgoto neste trecho, sabendo-se que o mesmo possuía uma alta carga nitrogenada, principalmente de N-amon e N-nitra. Em relação ao nitrogênio total, a legislação estabelece que o valor após a oxidação deve ser inferior a  $2,28 \text{ mg L}^{-1}$  em ambientes lóticos. Logo, este parâmetro estaria em desacordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005.

Os parâmetros de P-total, P-org e P-inorg estão apresentados na Figura 5 (e) e através desta observou-se um aumento no km 4. O P-inorg. manteve-se constante até então, e dentro dos limites estipulados pela Resolução CONAMA n° 357/2005, bem como o P-org e o P-total, porém estes, após o km 4 apresentaram uma redução nas concentrações.

Na Figura 5 (f) estão apresentadas as concentrações de Amônia livre ao longo do rio, percebe-se que no ponto do km 4, onde há um despejo pontual de esgoto, a mesma sofre um aumento nas suas concentrações. Porém, no decorrer do corpo hídrico, suas concentrações vão reduzindo.

Conforme apresentado na Figura 5 (g), as concentrações de E-Coli ao longo do rio não apresentaram considerável, mesmo no km 4 onde há uma descarga pontual de esgoto permaneceu em decaimento estando de acordo com o estipulado pela Resolução CONAMA n° 357/2005.

Conforme apresentado na Figura 5 (h), a vazão do corpo hídrico receptor possui um pequeno aumento de vazão devido as vazões incrementais do rio, a partir do km 4 onde há um lançamento pontual de esgoto, ocorre um pequeno aumento da vazão, seguido de um aumento gradual ao longo do trecho do corpo hídrico. Isso se deve ao fato de o rio receber vazões incrementais em seu percurso.

### 3.3. SIMULAÇÃO 3

Na Figura 6 estão apresentadas as porcentagens da extensão do trecho do corpo hídrico de Classe 2 considerando os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA n°



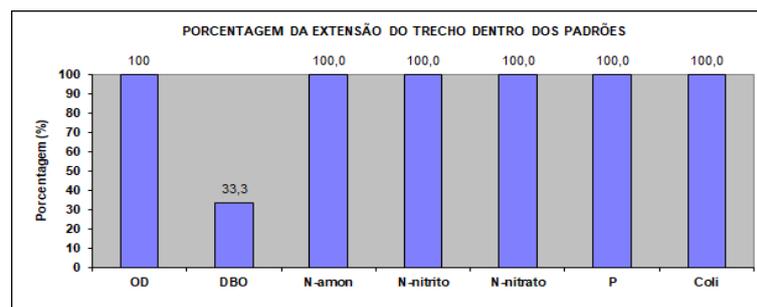
357/2005, bem como os valores das variáveis teóricas descritas na Tabela 1 e os valores de simulação 3 apresentados na Figura 1.

Pode se perceber que os parâmetros de OD, N-amon, N-nitrito, N-Nitrato, P e E-Coli estão de acordo com o que é estipulado na Resolução CONAMA nº 357/2005.

O parâmetro DBO atendeu ao estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 em 33,3% nesse trecho do rio Ijuí onde ocorreu a simulação.

O parâmetro de OD conforme a Figura 7 (a), no momento inicial tem uma concentração no início do trecho de  $7 \text{ mg L}^{-1}$  onde esse parâmetro continua a subir até no trecho de 4 km onde há uma fonte de lançamento pontual de esgoto no qual haverá uma diminuição do OD disponível presente no corpo hídrico. O parâmetro de OD em nenhum momento fica abaixo dos parâmetros estabelecidos conforme a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, ou seja,  $5 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{O}_2$ .

Figura 6 - Porcentagem dos parâmetros no trecho conforme as legislações na simulação 3.



Fonte: Autoria própria (2021).

A DBO (Figura 7 (b)), inicialmente está de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para o corpo hídrico de Classe 2, mas após ser realizada a descarga pontual de esgoto a concentração de DBO é de  $22,3 \text{ mg L}^{-1}$ , o qual é superior ao valor máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Na figura 7 (c), é possível acompanhar os componentes do balanço de OD, onde inicialmente há uma queda no componente de reaeração até o ponto onde há o lançamento pontual do efluente. Percebe-se que após a zona de mistura há um decaimento na reaeração e um aumento da demanda carbonácea em função da autodepuração.

As concentrações de N-org, N-amon, N-nitri e N-nitra estão apresentadas na Figura 7 (d) e demonstram que os parâmetros tiveram comportamentos semelhantes, ou seja, menores valores inicialmente e com aumento das concentrações no trecho de

4 km. Onde sabe-se que o efluente despejado no corpo hídrico tem alta carga nitrogenada.

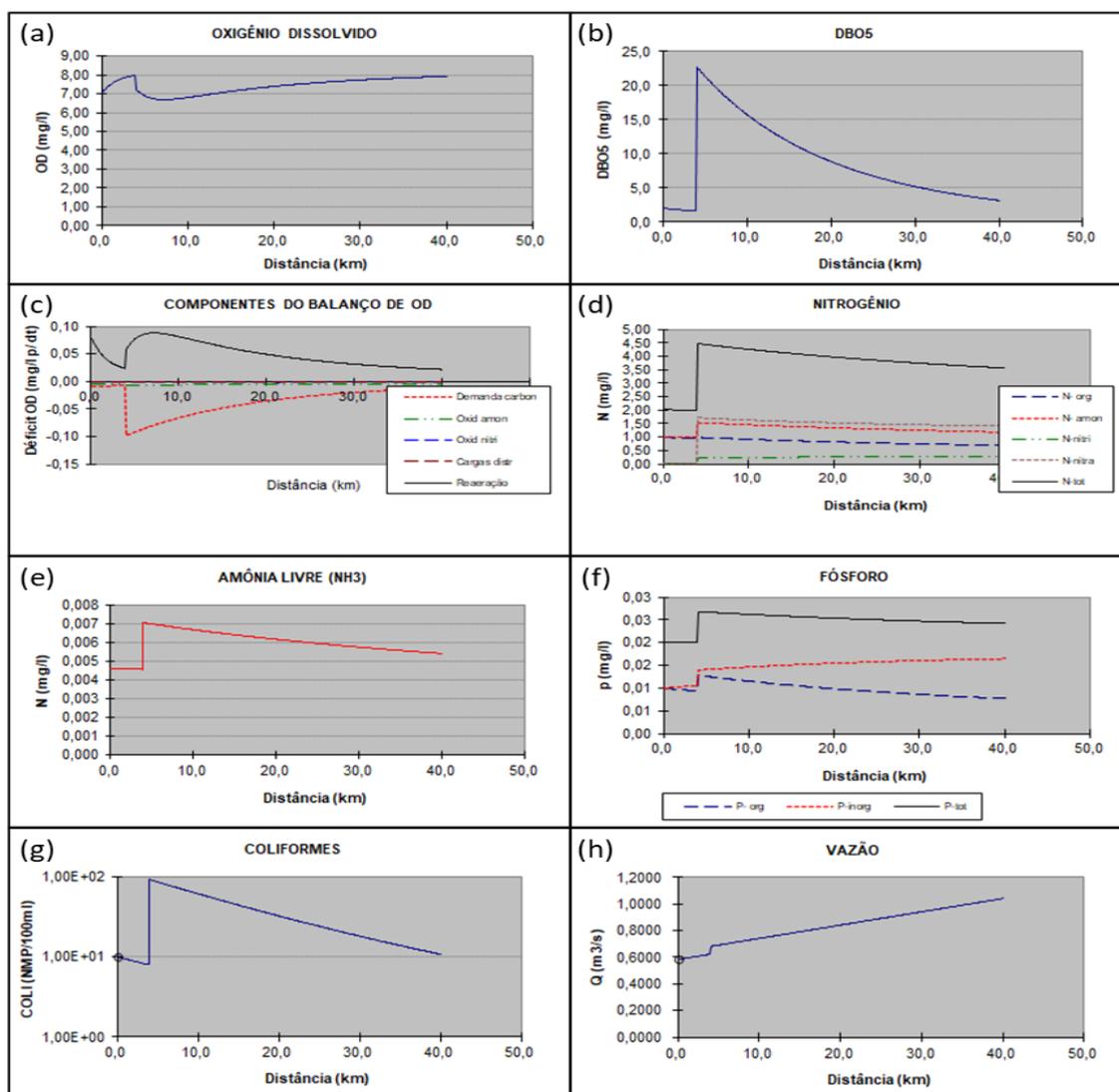
Em relação ao nitrogênio total, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece que o valor após a oxidação não deve ultrapassar  $2,18 \text{ mg L}^{-1}$  em ambientes lóticos. Desta forma o parâmetro de nitrogênio total estaria em desacordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

Na Figura 7 (e), na qual houve a simulação do parâmetro de amônia livre inicialmente há uma concentração de  $0,0047 \text{ mg L}^{-1}$ , porém onde há o despejo pontual de efluente há o aumento esperado nessa concentração de amônia livre, visto que esses efluentes tem uma elevada carga nitrogenada. Porém, no decorrer do corpo hídrico o parâmetro vai decaindo, visto que esse componente irá sendo oxidado devido ao processo de autodepuração do corpo hídrico.

Em relação ao P-total, inicialmente os parâmetros se mantêm constantes em  $0,02$ ,  $0,01$  e  $0,01 \text{ mg L}^{-1}$  de P-total, P-inorg e P-org, respectivamente, conforme a Figura 7 (f). Porém, no km 4, ponto onde há o descarte pontual do efluente há um incremento nas concentrações de P-Total, P-inorg e P-org. Os parâmetros de P-total e P-org, decaem ao longo do percurso do rio devido suas características de auto depuração, entretanto, o parâmetro de P-inorg, continua a subir, isso pode estar atrelado ao fato do solo estar sofrendo processos erosivos e assim culminando num aumento do P-inorg presente no corpo hídrico. Contudo, todos os parâmetros analisados de P-total se encontram em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005.



Figura 7 - Gráficos dos parâmetros da simulação 3.



Fonte: Autoria própria (2021).

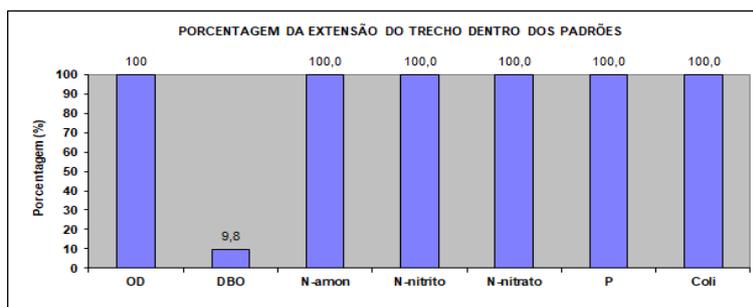
No km 4, onde houve o despejo pontual de efluente há uma elevação nos níveis de E-Coli no corpo hídrico, conforme a Figura 7 (g). Esse aumento está atrelado ao fato de haver o lançamento de efluente naquele ponto. Porém, mesmo que com esse aumento nos níveis de E-Coli não houve desconformidades desse parâmetro com a Resolução CONAMA nº 357/2005, que estabelece um valor limite de 1.000 NMP para cada 100 mL analisados.

Quanto a vazão do corpo hídrico receptor, conforme a Figura 7 (h), inicialmente se há um leve aumento na vazão devido ao fato do rio estar recebendo vazões incrementais, a partir do km 4 onde há um lançamento de efluente pontual, há um aumento ainda maior da vazão do corpo hídrico. E após esse trecho há um aumento gradual da vazão devido ao corpo hídrico estar recebendo vazões incrementais.

### 3.4. SIMULAÇÃO 4

Na Figura 8 estão apresentadas as porcentagens da extensão do trecho do corpo hídrico de Classe 2 considerando os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, bem como os valores das variáveis teóricas descritas na Tabela 1 e os valores de simulação 4 apresentados na Figura 1.

Figura 8 - Porcentagem dos parâmetros no trecho conforme as legislações na simulação 4.



Fonte: Autoria própria (2021).

É possível observar que os parâmetros de OD, N-amon, N-nitrito, N-Nitrato, P-total e E-Coli estão de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Em contrapartida, a DBO esteve em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005 em 9,8% do trecho do corpo hídrico modelado.

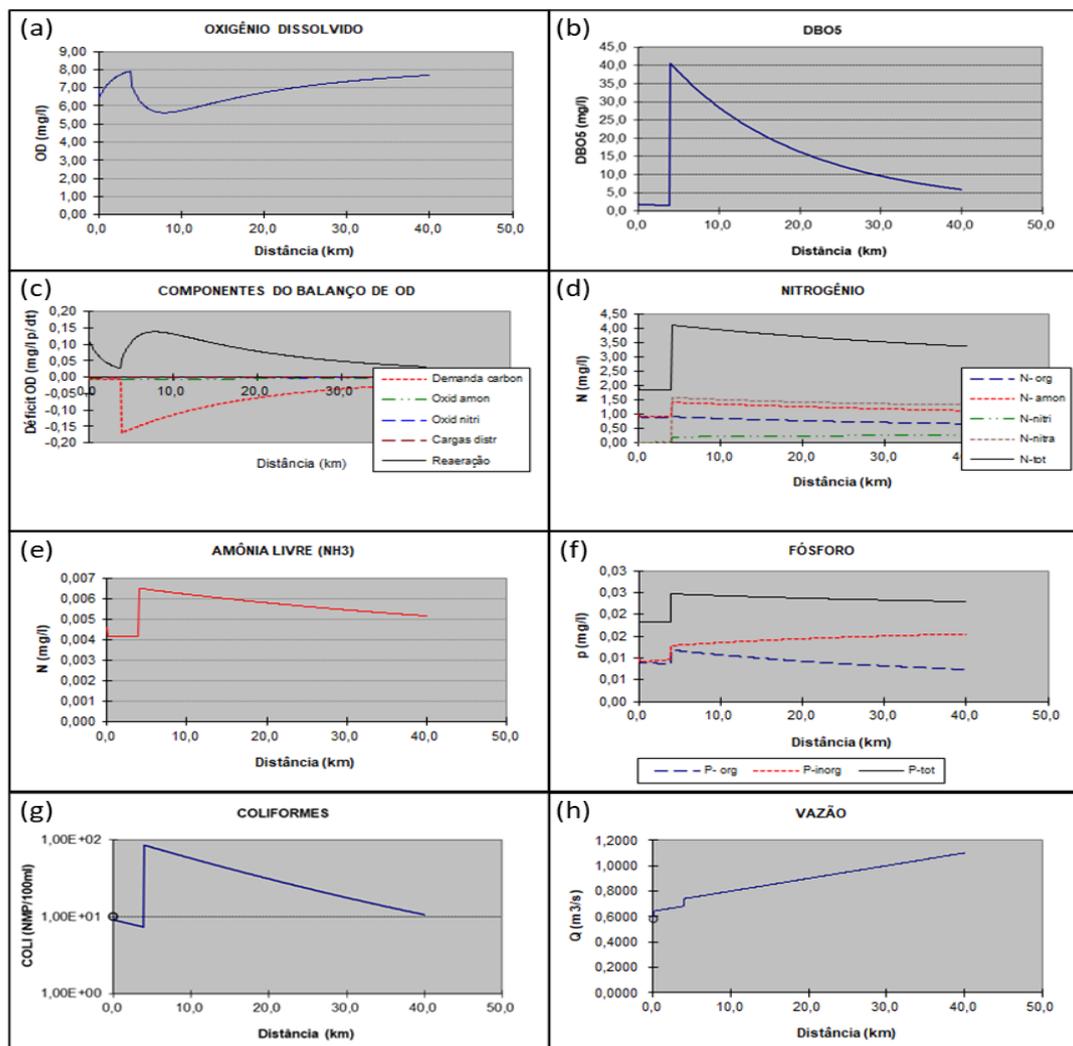
Na Figura 9 (a) estão apresentados os valores de OD, mostrando que no início do trecho registrou-se uma concentração de  $6,36 \text{ mg L}^{-1}$  elevando-se até o trecho de 4 km onde há o registro de uma fonte de lançamento pontual de esgoto que resultou na diminuição gradual do OD presente no corpo hídrico. No decorrer do curso, o corpo receptor vai recuperando o OD e a partir do quilômetro 8,4 é possível observar uma retomada no aumento da concentração.

Apesar da concentração de OD ter oscilado ao longo da simulação, este permaneceu acima de  $5 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{O}_2$  estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

No que diz respeito a DBO, é possível verificar na Figura 9 (b) que no início do trecho avaliado a concentração está bem abaixo do que é estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, ou seja,  $5,0 \text{ mg L}^{-1}$ , entretanto, após uma descarga pontual de esgoto, há um incremento na concentração de DBO, que chega a  $40,8 \text{ mg L}^{-1}$ , o qual excede a concentração permitida pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Esse pico na

concentração do parâmetro ameniza no decorrer do trajeto, porém não é possível verificar valores semelhantes à concentração registrada inicialmente.

Figura 9 - Gráficos dos parâmetros da simulação 4.



Fonte: Autoria própria (2021).

Na Figura 9 (c), estão apresentados os valores do balanço de OD, que indicam uma queda inicial no parâmetro de reeração até o km 4 onde há descarga pontual de efluente. Nota-se que após a zona de mistura propiciada haverá um decaimento na reeração e um aumento da demanda carbonácea.

As concentrações de N-org, N-amon, N-nitri e N-nitra estão apresentadas na Figura 9 (d) e demonstram que os parâmetros tiveram comportamentos semelhantes com menos valores inicialmente e com um incremento de valores em suas concentrações no mesmo trecho de 4 km, sendo que o N-nitra se destacou pela maior variação valores mínimos e máximos, representados por 0,01 mg L<sup>-1</sup> até 1,59mg L<sup>-1</sup>.

A Resolução CONAMA nº 357 de 2005 lista os limites destes parâmetros e estabelece uma concentração limite de 3,7 mg L<sup>-1</sup> para N-amon, 1 mg L<sup>-1</sup> para N-nitri e 10 mg L<sup>-1</sup> para N-nitra, desta forma, nenhum parâmetro ultrapassou os limites fixados pela resolução.

Ao analisar as concentrações de P-org e P-inorg (Figura 9 (f)), nota-se que inicialmente o P-org e P-inorg possuíam valores abaixo de 0,01 mg L<sup>-1</sup> e a partir do trecho onde ocorre a descarga pontual de esgoto as concentrações aumentam, sendo que P-inorgânico se mantém com valores elevados após o registro do pico. O P-org e o P-inorg possuem concentrações aceitáveis de 0,1 mg L<sup>-1</sup> para corpo hídrico de Classe 2, desta forma, observou-se que os parâmetros permaneceram abaixo dos valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Para analisar os valores de E-Coli (Figura 9 (g)) identifica-se seu incremento no km 4 do corpo hídrico, quando houve a entrada pontual de esgoto, mas decorrer do trecho há uma diminuição da concentração chegando até 1,07E+10 NMP/100 mL.

O valor do padrão ambiental para a Classe do corpo hídrico considerando “demais usos” é de 1.000 NMP/100 mL, desta forma o parâmetro manteve sua concentração abaixo do que é estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Em relação a vazão do corpo hídrico receptor (Figura 9 (h)), verifica-se que a partir do km 4 onde há um lançamento de efluente pontual, há um aumento considerável da vazão do corpo hídrico. E após esse trecho há um aumento gradual da vazão devido ao corpo hídrico estar recebendo vazões incrementais na sequência do seu curso d’água.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente estudo foi possível realizar a simulação de autodepuração com variáveis teóricas de um trecho de 40 km do Rio Ijuí, no trecho localizado na cidade de Santo Ângelo, no estado do Rio Grande do Sul, considerando 4 cenários diferentes.

Os resultados durante toda extensão do rio para os parâmetros OD, DBO, N-amon, N-nitri, N-nitra, P e Coli, foram obtidos através do modelo QUAL-2E e comparados com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Na simulação 1 os resultados dos parâmetros ficaram durante todo o trecho modelado, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 2, podendo



confirmar a capacidade de autodepuração do corpo hídrico para este cenário. Na simulação 2, no km 4 do rio, houve um aumento de 1,6 para 5,7 mg L<sup>-1</sup> na concentração da DBO, porém, o rio apresentou-se capaz de se auto depurar ao longo do trecho simulado se enquadrando novamente aos padrões estipulados. Na simulação 3, a concentração de DBO não se enquadrou no preconizado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, porém devido ao fato do corpo hídrico ter uma elevada concentração de OD, o mostrou-se capaz de se autodepurar ao longo do trecho simulado. Na simulação 4, houve um salto na DBO no km 4, excedendo o valor estipulado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, porém observou-se que ao longo do trecho, o corpo hídrico apresentou capacidade de autodepuração, mas somente no final do trecho (próx. 40 km) foi que as concentrações se enquadram aos valores estipulados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Por fim, para estudos futuros, sugere-se a realização da análise da capacidade de autodepuração considerando os valores dos parâmetros monitorados in loco no referido corpo hídrico, a fim de identificar também as principais cargas poluidoras pontuais e difusas, bem como estabelecer a sua capacidade de autodepuração, não mais teórica, mas o mais próximo de sua realidade.

## REFERÊNCIAS

- BARCELLOS, D. DA S.; SOUZA, F. T. DE. Optimization of water quality monitoring programs by data mining. **Water Research**, v. 221, p. 118805, 1 ago. 2022.
- BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2005.
- BRASIL. Lei nº 6.938 de 1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. 1981.
- CHHIPI-SHRESTHA, G. et al. Modeling hydraulics and water quality in distribution networks: a review of existing mathematical techniques and software. **Water Engineering Modeling and Mathematic Tools**, p. 187–212, 1 jan. 2021.
- COMBER, S. D. W. et al. Assessing the impact of wastewater treatment works effluent on downstream water quality. **Science of The Total Environment**, v. 845, p. 157284, 1 nov. 2022.



- GASTALDINI, M. C. C.; SEFFRIN, G. F. F.; PAZ, M. F. Diagnóstico atual e previsão futura da qualidade das águas do Rio Ibicuí utilizando o modelo QUAL2E. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 7, n. 3/4, p. 12938, 2002.
- JIANG, J. et al. A comprehensive review on the design and optimization of surface water quality monitoring networks. *Environmental Modelling and Software*, v. 132, 1 out. 2020.
- MARTINS, G. et al. Prospective scenarios for water quality and ecological status in Lake Sete Cidades (Portugal): The integration of mathematical modelling in decision processes. *Applied Geochemistry*, v. 23, n. 8, p. 2171–2181, 1 ago. 2008.
- PALMIERI, V. (2004) Calibração do modelo QUAL2E para o rio Corumbatí (SP). PUC - Rio de Janeiro-RJ.
- VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA), 2005. 452 p.



## USO DE VARIÁVEIS TEÓRICAS PARA SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE ASSIMILATIVA DO RIO IJUÍ NO MUNICÍPIO ROQUE GONZALES POR MEIO DA APLICAÇÃO DO MODELO QUAL-2E

USE OF THEORETICAL VARIABLES TO SIMULATE THE ASSIMILATIVE CAPACITY OF THE IJUÍ RIVER IN THE MUNICIPALITY OF ROQUE GONZALES THROUGH THE APPLICATION OF THE QUAL-2E MODEL

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-5

Daniela Henke<sup>1</sup>

Fabiane Taís Budel<sup>1</sup>

Alcione Aparecida de Almeida Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS

### RESUMO

Tem se discutido de modo recorrente na atualidade os impactos causados pela destinação inadequada de esgoto em corpos hídricos e a sua real capacidade de suportar e de se autorregular após tais despejos. Assim, este estudo teve como objetivo utilizar variáveis teóricas para simulação da capacidade assimilativa do Rio Ijuí no município Roque Gonzales, por meio da aplicação do Modelo QUAL-2E. Para tanto, foi utilizado 4 cenários de simulação teórica, considerando os parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), nitrogênio orgânico (N-org), nitrogênio amoniacal (N-amon); nitrito (N-nitrito); nitrato (N-nitrato); fósforo orgânico (P-org), fósforo inorgânico (P-inorg) e coliformes, em específico a *Escherichia coli* (*E. Coli*). Os resultados para as simulações 1, 2, 3 e 4 demonstraram que os parâmetros de OD, N-org, Namon; N-nitrito; N-nitrato; P-org, P-inorg e *E. Coli* estão de acordo com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005 na totalidade do trecho do rio que passa pelo município. Entretanto, o parâmetro DBO apenas para a simulação 1 estava em conformidade com a com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005) em toda a extensão do corpo hídrico. Assim, a partir da

modelagem matemática é possível sugerir que para o trecho do estudo seja realizado o monitoramento para fins de análise da real capacidade de autodepuração do corpo hídrico.

**Palavras-chave:** Autodepuração. Modelo matemático. Controle de poluição hídrica.

### ABSTRACT

The impacts caused by inadequate disposal of sewage in water bodies and its real capacity to withstand and self-regulate after such evictions have been recurrently discussed today. Thus, this study aimed to use theoretical variables to simulate the assimilative capacity of the Ijuí River in the municipality of Roque Gonzales, through the application of the QUAL-2E Model. For that, 4 scenarios of theoretical simulation were used, considering the parameters: biochemical oxygen demand (BOD), dissolved oxygen (DO), organic nitrogen (N-org), ammoniacal nitrogen (N-amon); nitrite (N-nitrite); nitrate (N-nitrate); organic phosphorus (P-org), inorganic phosphorus (P-inorg) and coliforms, specifically *Escherichia coli* (*E. Coli*). The results for simulations 1, 2, 3 and 4 demonstrated that the parameters of OD, N-org, Namon; N-nitrite; N-nitrate; P-org, P-inorg and *E. Coli* are in accordance with the Resolution of



the National Council for the Environment (CONAMA) nº 357/2005 in the entire stretch of the river that passes through the municipality. However, the BOD parameter only for simulation 1 was in accordance with CONAMA Resolution nº 357/2005 (Brasil, 2005) throughout the entire length of the water body. Thus, based on the mathematical modeling, it is

possible to suggest that monitoring be carried out for the study section in order to analyze the actual self-purification capacity of the water body.

**Keywords:** Self-debugging. Mathematical model. Water pollution control.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade dos recursos hídricos é determinada por fatores correspondentes aos usos do solo em torno do manancial, bem como da destinação inadequada, no Brasil, especialmente de esgoto doméstico e efluentes industriais sem os devidos tratamentos e atenção para os parâmetros de lançamento, os quais acarretam em uma sobrecarga, fazendo com que o processo natural de autodepuração seja dificultado (MONTEIRO, 2017).

Os valores máximos permitidos (VMP) para o controle da qualidade das águas são estabelecidos por órgãos nacionais e internacionais, que possuem o objetivo de proteger a qualidade do meio ambiente (RODRIGUES; BUENO, 2019).

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), a partir do momento em que um corpo hídrico é classificado de acordo com seus parâmetros, juntamente é definida meta de qualidade da água, onde obrigatoriamente, deseja-se alcançar uma classe superior à classe em que o corpo hídrico se encontra ou caso isso não seja possível, que a classe se mantenha a mesma. A divisão dos corpos hídricos em classes, auxilia no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, proporcionando que se possam ser adicionadas condições e limites de uso, o que por sua vez é um avanço (FERREIRA; PEREIRA, 2014).

Assim, determinação da capacidade assimilativa de um corpo hídrico é tida como ferramenta eficaz, a qual possibilita identificar a capacidade de corpos hídricos em se regular naturalmente. Entretanto, a capacidade assimilativa e de autodepuração dependem diretamente da carga de poluente, podendo resultar em uma não recuperação do meio sem um manejo adicional adequado (SARDINHA et al., 2008).

Existem modelos matemáticos que simulam a qualidade da água e a autodepuração de um manancial superficial, contribuindo com a gestão de recursos hídricos, sendo aplicáveis na prevenção e no controle da degradação desses recursos.



Um exemplo é o modelo QUAL-2E que tem como base o modelo matemático de Streeter-Phelps, sendo uma versão aprimorada de outros modelos (DE VARGAS; MARQUES, 2015).

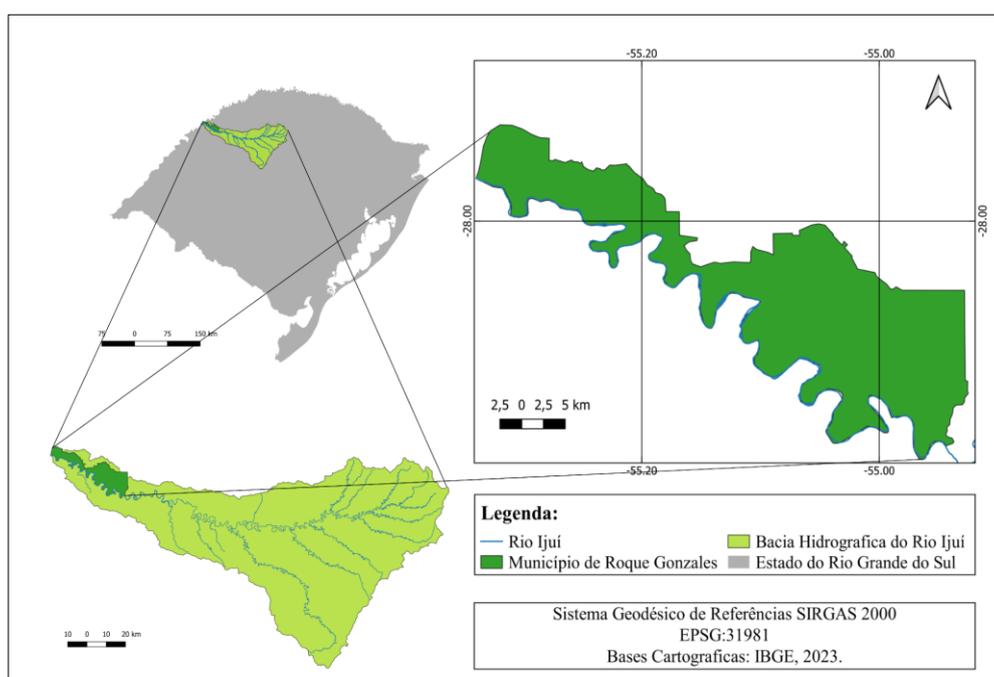
Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar quatro cenários teóricos com distintas simulações por meio do modelo matemático QUAL-2E, considerando parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para Classe 1, para o Rio Ijuí em sua extensão no município de Roque Gonzales.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

O trecho estudado do Rio Ijuí localiza-se no município de Roque Gonzales, no estado do Rio Grande do Sul, onde situa-se a Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí (Figura 1). De acordo com o último censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2010, Roque Gonzales possui 7.203 habitantes, sendo que 43% da população é urbana, com um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,688, considerado médio. Possui uma extensão territorial de 349 km<sup>2</sup>, sendo que a densidade demográfica do município é de 20,78 hab/km<sup>2</sup> e PIB per capita de R\$ 49.057,00.

Figura 1 - Mapa da localização do Rio Ijuí no município de Roque Gonzales- RS



Fonte: Autoras, 2023.

No município de Roque Gonzales, o Rio Ijuí percorre uma extensão de 95,4828 km. Neste trecho de estudo, a Resolução do Conselho dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (CRH) nº 111/2012, que aprova o Enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, definiu-o como Classe 1.

## 2.2. MODELO QUAL-2E

O QUAL-2E é um modelo matemático unidimensional, que está disponível como software de uso livre, utilizado para determinar a qualidade da água de cursos hídricos, através de simulações para a capacidade de autodepuração de um rio, com a utilização de valores empíricos teóricos descritos por Von Sperling (2005). Com as variáveis preenchidas, foram gerados gráficos onde visualiza-se se os parâmetros estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005 de acordo com a Classe 1 do corpo hídrico na extensão estudada.

A simulação no Modelo QUAL-2E pode ser realizada com mais de 15 constituintes que atestam a qualidade de corpos hídricos, como Oxigênio Dissolvido,  $DBO_{5,20}$ , Nitrogênio total e suas frações, Amônia Livre, Fósforo total e suas frações, coliformes, entre outros. Então, no Quadro 1, pode-se visualizar as constantes teóricas descritas por Von Sperling (2005), utilizadas para essa modelagem do Rio Ijuí.

Quadro 1 - Constantes descritas por Von Sperling (2005)

Constantes	Valor	Constantes	Valor
Coeficiente reaeração (K2)	M= 22,45	Coeficiente de sedimentação Porg – Kspo	0,02 d <sup>-1</sup>
	N= 0,82		
Valor máximo para o Coeficiente reaeração (K2)	10,00 d <sup>-1</sup>	Coeficiente de conversão Porg-Pinorg – Koi	1,00 d <sup>-1</sup>
Coeficiente de desoxigenação (K1)	0,4	Coeficiente de decomposição (Kd)	0,7
Coeficiente de sedimentação (Ks)	0,2	Coeficiente de sedimentação Norg (kso)	0,05 d <sup>-1</sup>

Constantes	Valor	Constantes	Valor
Coeficiente de decaimento de coliformes- kb	1,00 d <sup>-1</sup>	Coeficiente de conversão Norg-Namon (Koa)	0,20 d <sup>-1</sup>
Coeficiente de conversão Namon-Nnitrito (Kan)	0,20 d <sup>-1</sup>	Coeficiente de conversão Nnitrito-Nnitrito (Knn)	0,75 d <sup>-1</sup>
O <sub>2</sub> equivalente da conversão Namon-Nnitrito (O <sub>2</sub> Namon)	3,30 mgO <sub>2</sub> /mgNamon oxid	O <sub>2</sub> equivalente conversão Nnitrito-Nnitrito (O <sub>2</sub> Nnitri)	1,10 mgO <sub>2</sub> /mgNnitrito oxid
Coeficiente de inibição da nitrificação por baixo OD – knitr	0,60	pH	7,00

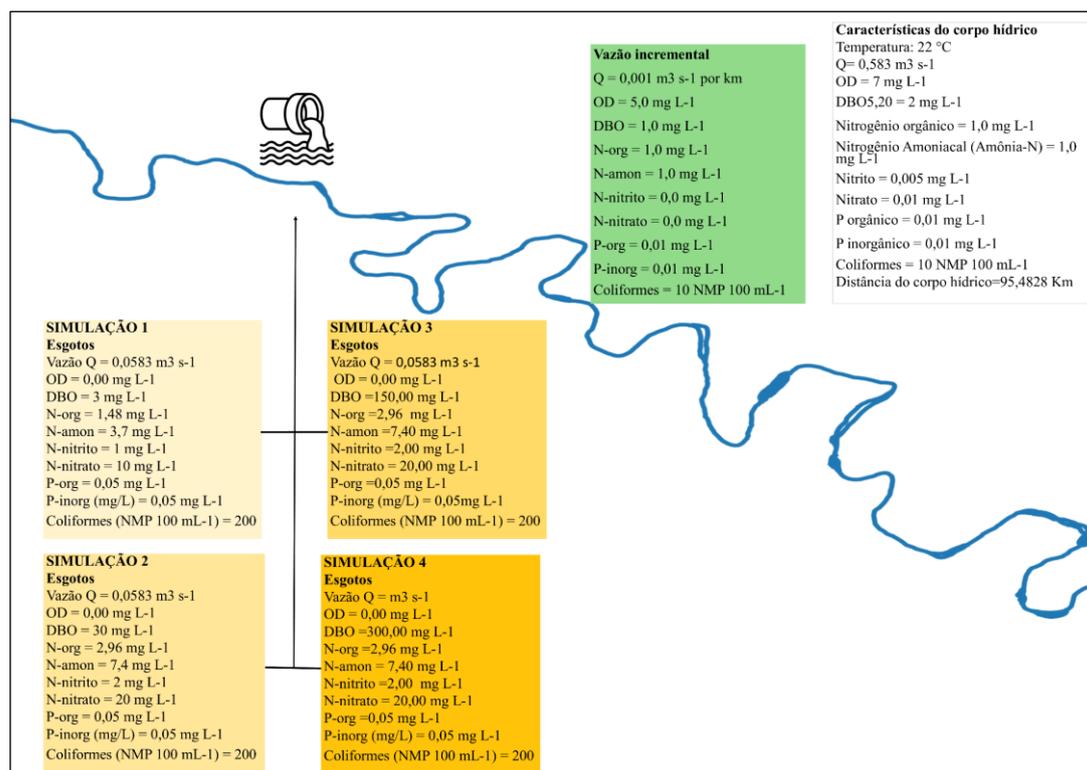
Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005).

### 2.2.1. DIAGRAMA UNIFILAR

No modelo matemático QUAL-2E foi inserido informações sobre as características do Rio Ijuí no trecho estudado, as vazões incrementais e simulações de lançamento de esgoto para quatro cenários diferentes, como pode ser visto no Diagrama Unifilar (Figura 2).

Nas simulações, considerou-se a vazão como 10% da vazão média da bacia do Rio Ijuí para os cenários 1, 2, 3 e 4; OD é 0,00 mg L<sup>-1</sup>; DBO<sub>5,20</sub> com igual concentração da classe do corpo hídrico para o cenário 1; 10 vezes a concentração da classe do corpo hídrico para o cenário 2; 50 vezes a concentração para o cenário 3 e 100 vezes a concentração da classe do corpo hídrico para o cenário 4; N-org 40% da concentração de N-amon de acordo com a classe do corpo hídrico nos quatro cenários; N-amon, N-nitrito e N-nitrato com igual concentração da classe do corpo hídrico para o cenário 1, 2 vezes a concentração para o cenário 2, 3 e 4; P-org e P-inorg com 50% da concentração de Fósforo Total da classe do corpo hídrico nos quatro cenários. Coliformes (*E. coli*) com o mesmo valor para a classe do corpo hídrico considerando os “demais usos” em todos os cenários. Coliformes (*E. coli*) com o mesmo valor para a classe do corpo hídrico considerando os “demais usos” em todos os cenários.

Figura 2 - Diagrama Unifilar para os quatro cenários



Fonte: Autoras, 2023.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

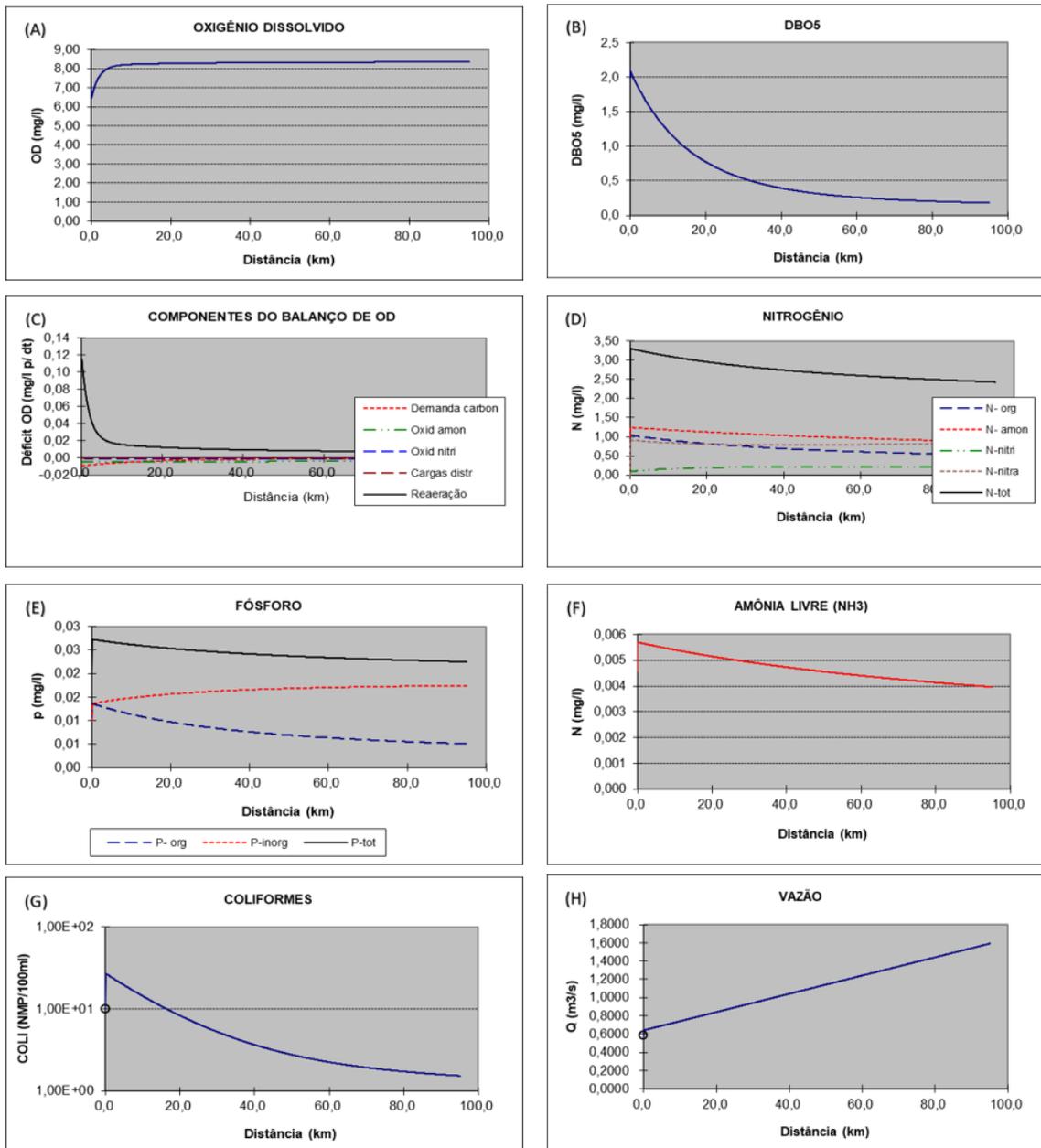
#### 3.1. SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE AUTODEPURAÇÃO

Com as informações de entrada de dados no modelo matemático QUAL-2E, foi possível gerar gráficos com os resultados para cada parâmetro analisado, a fim de averiguar a capacidade de autodepuração teórica do Rio Ijuí no trecho estudado em quatro situações diferentes.

##### 3.1.1. SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE AUTODEPURAÇÃO PARA O CENÁRIO 1

Os resultados obtidos na modelagem matemática para o cenário 1, com as devidas concentrações relacionadas a cada parâmetro, estão expostos na Figura 3.

Figura 3 - Modelagem matemática para o cenário 1 na extensão do Rio Ijuí em Roque Gonzales - RS



Fonte: Autoras, 2023.

No Gráfico (A) da Figura 3, percebe-se que a concentração de OD no início do percurso do corpo hídrico modelado foi de  $6,64 \text{ mg L}^{-1}$ , ou seja, houve uma redução devido o lançamento de efluente neste trecho, que fez com que houvesse maior concentração de matéria orgânica no meio, ocorrendo maior demanda de oxigênio para a degradação de compostos orgânicos. Após esse processo, percebe-se que o OD apresentou elevação na sua concentração à medida que a matéria orgânica foi reduzida, mantendo-se constante em torno de  $8,33 \text{ mg L}^{-1}$  no restante do trecho, permanecendo

dentro do parâmetro da Resolução Conama nº 357/2005 que diz que a concentração na Classe 1 não deve ser inferior a  $6 \text{ mg L}^{-1}$ .

Com relação a  $\text{DBO}_{5,20}$  no gráfico (B), inicialmente estava  $2,01 \text{ mg L}^{-1}$  devido ao lançamento de efluente naquele trecho, diminuindo constantemente a sua concentração ao longo do rio em virtude da redução da matéria orgânica, até ficar com  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ , o que está de acordo com o valor máximo permitido (VMP) de  $3 \text{ mg L}^{-1}$  estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Na Figura 3 (C), observa-se que a reaeração estava em  $0,11 \text{ mg L}^{-1}$  em decorrência do lançamento de esgoto pontual e com a reposição de OD ao longo do trecho restante, reduziu para  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ , permanecendo constante posteriormente, os demais componentes estavam constantes durante todo percurso. Em relação ao Nitrogênio, averiguou-se que os seus parâmetros N-org, N-amon, N-nitrito, N-nitrato, sofrem uma elevação em suas concentrações devido ao lançamento de efluente, porém com valores aceitáveis de acordo com a Resolução Conama nº 357/2005 para Classe 1.

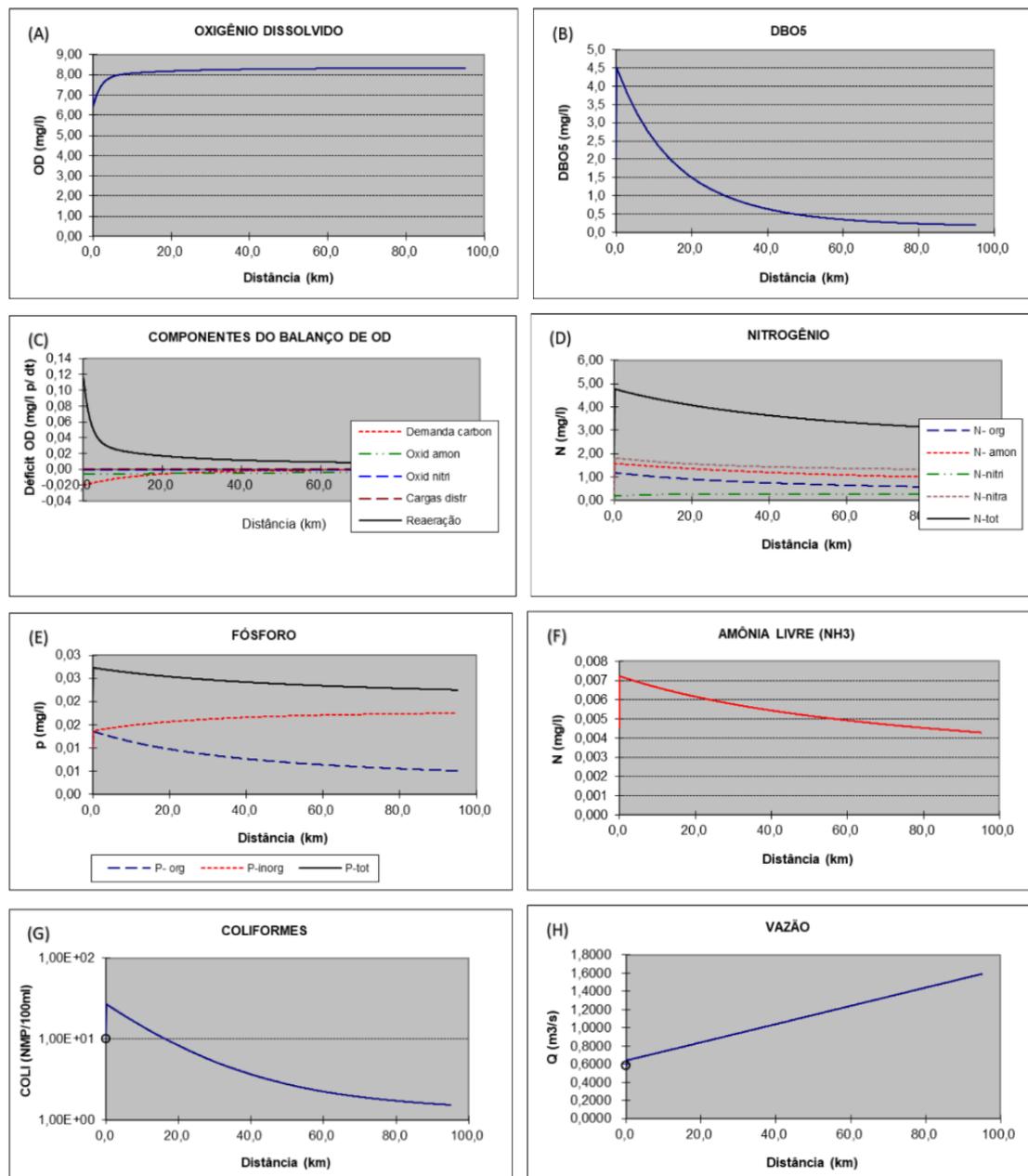
Na Figura 3 (E), é possível visualizar que o parâmetro Fósforo Total sofreu um aumento na concentração logo no início do trecho em função do lançamento de esgoto no local, mantendo-se constante posteriormente, dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, ou seja VMP de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ . A concentração da Amônia Livre ( $\text{NH}_3$ ), na Figura 3 (F), apresenta aumento de concentração chegando próximo a  $0,006 \text{ mg L}^{-1}$  em consequência do lançamento de esgoto, após diminui para  $0,004 \text{ mg L}^{-1}$ , sendo que, este parâmetro também atende ao VMP estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005.

Na Figura 3 (G), nota-se que os Coliformes *E. Coli* atendem a Resolução Conama nº 357/2005, pois não ultrapassam  $200 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$  para a Classe 1. Por fim, na Figura 3 (H), observa-se que a vazão sofreu um contínuo aumento em todo o trecho do Rio Ijuí, em decorrência do lançamento de efluentes e de vazões incrementais conforme especificado na Figura 3.

### 3.1.2. SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE AUTODEPURAÇÃO PARA O CENÁRIO 2

Na Figura 4, visualiza-se os resultados da modelagem matemática para o cenário 2, sendo possível averiguar se os parâmetros estão de acordo com a legislação.

Figura 4- Modelagem matemática para o cenário 2 na extensão do Rio Ijuí em Roque Gonzales- RS



Fonte: Autoras, 2023.

No gráfico (A) da Figura 4,  $6,45 \text{ mg L}^{-1}$  era a concentração inicial de Oxigênio Dissolvido, devido à grande quantidade de matéria orgânica resultante do lançamento de esgoto, onde posteriormente a concentração elevou-se e ficou estável em  $8,34 \text{ mg L}^{-1}$ , visto que houve a degradação da mesma, o que atende a Resolução Conama nº 357/2005.

Com relação a Figura 4 (B), visualiza-se que a  $\text{DBO}_{5,20}$  estava com concentração de  $2,00 \text{ mg L}^{-1}$ , mas ocorreu alta elevação da mesma devido a carga de esgoto despejada, alcançando concentração de  $4,5 \text{ mg L}^{-1}$ , o que não atende a Resolução Conama nº

357/2005. Porém, após foi ocorrendo a diminuição da concentração em virtude da redução da matéria orgânica presente no corpo hídrico, chegando a  $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ , que atende então a legislação.

No Balanço de OD (Figura 4 (C)), observou-se um mesmo comportamento que o cenário 1, onde devido ao lançamento de esgoto pontual e com a reposição de OD ao longo do trecho restante, obteve-se uma reaeração inicial de  $0,115 \text{ mg L}^{-1}$ , caindo para  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ . Os parâmetros do Nitrogênio (Figura 4 (D)), N-org, N-amon, N-nitrito, N-nitrato, apresentaram elevação inicial em sua concentração, onde em seguida permaneceram constantes no restante do trecho, estando em conformidade com a Resolução Conama nº 357/2005.

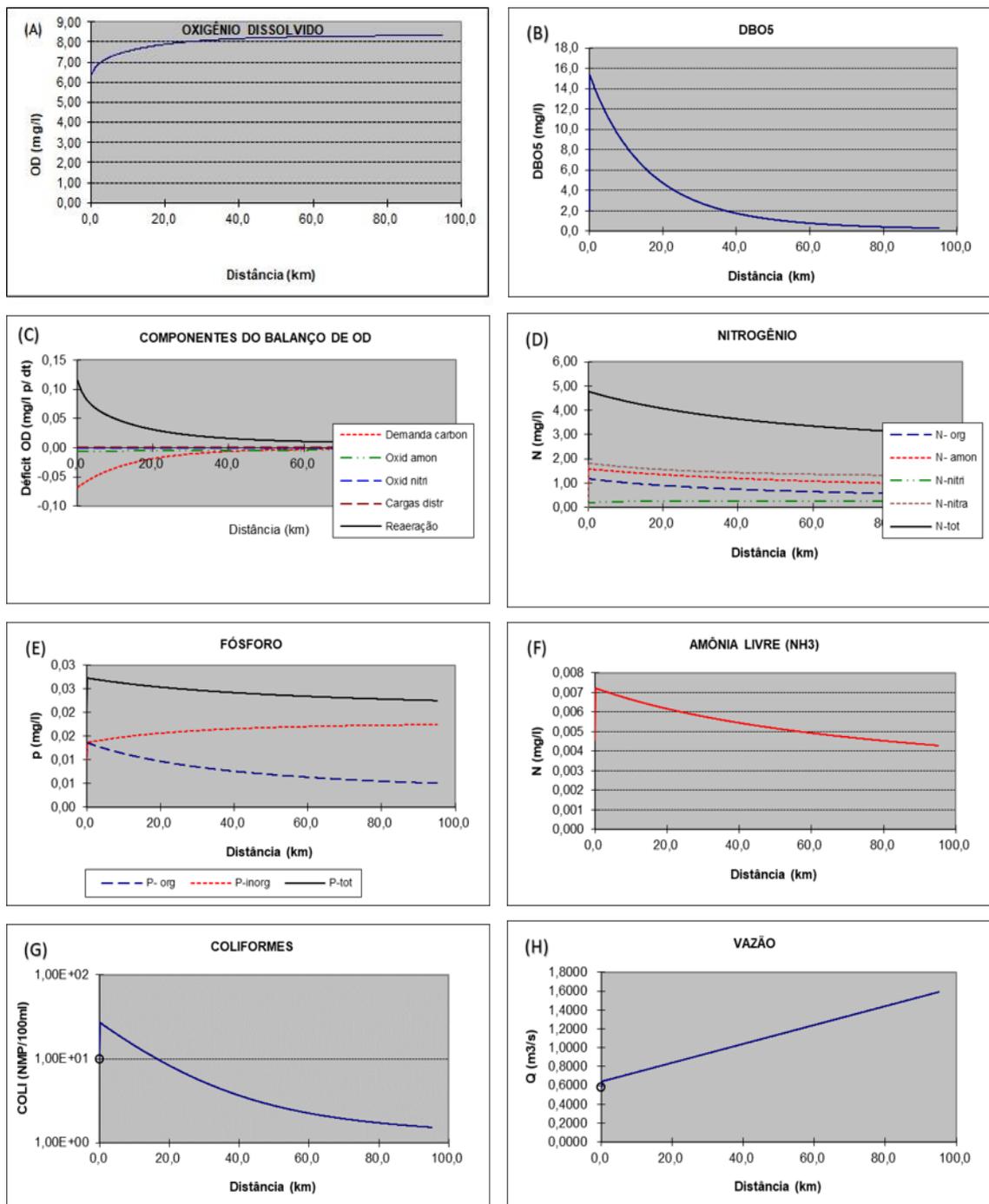
Com relação ao Fósforo Total, visualizado na Figura 4 (E), percebe-se que houve uma elevação inicial de  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$  para  $0,035 \text{ mg L}^{-1}$ , resultante do esgoto que foi lançado no corpo hídrico, seguida por constante redução da concentração, com valores que atendem a Resolução Conama nº 357/2005. A Amônia Livre ( $\text{NH}_3$ ), na Figura 4 (F), atendeu a Resolução Conama nº 357/2005, pois sua concentração passou de  $0,0045 \text{ mg L}^{-1}$  para  $0,0073 \text{ mg L}^{-1}$  em decorrência do esgoto lançado, posteriormente diminuindo ao longo do trecho.

Os Coliformes (*E. Coli*), no gráfico G da Figura 4, apresentam elevação da concentração inicial devido ao lançamento de efluentes, porém após houve um decréscimo constante até o final do trecho. Os valores atendem a Resolução Conama nº 357/2005, pois não ultrapassam ao VMP estabelecido  $200 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$ . E a Vazão, (Figura 4 (H)), inicialmente era de  $0,60 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , ocorrendo elevação constante até chegar em  $1,60 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  no final do trecho de estudo. Tal fato explica-se através da existência da vazão pontual de esgoto e das vazões incrementais ao longo do rio.

### 3.1.3. SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE AUTODEPURAÇÃO PARA O CENÁRIO 3

Na Figura 5, estão contidos os respectivos gráficos que apresentam os resultados da simulação para o cenário 3.

Figura 5 - Modelagem matemática para o cenário 3 na extensão do Rio Ijuí em Roque Gonzales- RS



Fonte: Autoras, 2023.

No Gráfico (A) da Figura 5, é possível visualizar concentração de OD de 6,40 mg L<sup>-1</sup> reduzida devido ao lançamento de efluente, ocorre o aumento da mesma em virtude da redução da matéria orgânica em degradação, mantendo-se de maneira invariável em 8,33 mg L<sup>-1</sup>, estando dentro do parâmetro da Resolução CONAMA nº 357 de 2005. No gráfico (B), a DBO<sub>5,20</sub> inicia-se com concentração de 2,00 mg L<sup>-1</sup> e após a entrada de vazão pontual de esgoto, ocorre a elevação deste parâmetro devido à redução de oxigênio

dissolvido, chegando em torno de  $14,80 \text{ mg L}^{-1}$ , estando fora das conformidades da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Na Figura 3 (C), observa-se que a reaeração estava em  $0,01 \text{ mg L}^{-1}$  em decorrência do lançamento de esgoto pontual e com a reposição de OD ao longo do trecho restante, reduziu para  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ , permanecendo constante a partir do quilômetro 42,8. Sobre o Nitrogênio (Figura 4 (D)), N-org, N-amon, N-nitrito, N-nitrato, apresentam-se no gráfico com uma crescente concentração inicial, onde em seguida se mantiveram constantes no restante do trecho, estando em conformidade com a Resolução Conama nº 357/2005. Considerando-se o Fósforo Total (E), tem-se no início do percurso concentração de  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$  que passa a se reduzir gradativamente, chegando a  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ , estando de acordo com o valor máximo permitido (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005, sendo aceito até  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

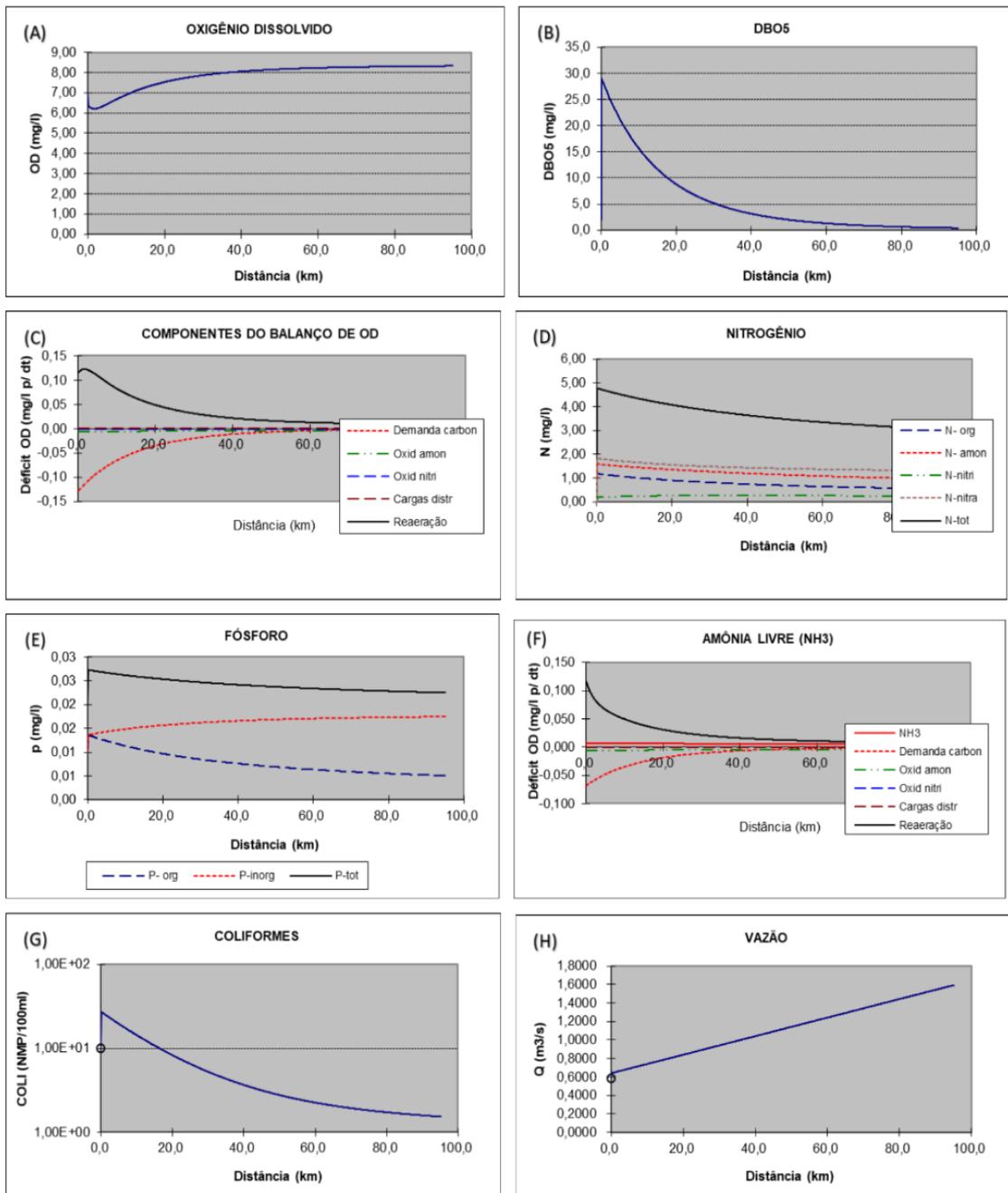
Na Figura 5(F), que diz respeito a amônia livre, no início do percurso se encontra com  $0,005 \text{ mg L}^{-1}$ , que é rapidamente elevada a  $0,007 \text{ mg L}^{-1}$  no Km 1,1, este pico pode ser explicado pela vazão de esgoto que é acrescentada ao corpo hídrico, sendo que após o pico a mesma passou a diminuir de modo constante chegando a  $0,004 \text{ mg L}^{-1}$ , mantendo-se dentro do que aceita a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Sobre os Coliformes (*E. Coli*) (G) é possível identificar que estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005, visto que não ultrapassam 200 NMP  $100 \text{ m L}^{-1}$ . Em um primeiro momento apresentando um pico, decorrente do esgoto, e passam a decrescer até o final do percurso. A respeito da vazão do corpo hídrico (H), iniciou-se em  $0,6503 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  e permaneceu em constante aumento chegando a  $1,5913 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , visto que ocorre a adição tanto da vazão localizada como é o caso do esgoto, quanto a vazão incremental, que ocorre no decorrer de toda extensão do rio.

#### 3.1.4. SIMULAÇÃO DA CAPACIDADE DE AUTODEPURAÇÃO PARA O CENÁRIO 4

Na Figura 6 estão apresentados os resultados gráficos de acordo com os dados fornecidos no diagrama unifilar da Figura 2 para a simulação do Cenário 4.

Figura 6- Modelagem matemática para o cenário 4 na extensão do Rio Ijuí em Roque Gonzales- RS



Fonte: Autoras, 2023.

No gráfico (A) da Figura 6, referente ao OD no início do corpo hídrico apresentou concentração de  $6,22 \text{ mg L}^{-1}$ , com a entrada de esgoto no corpo hídrico havia grande quantidade de matéria orgânica, e a medida que foi ocorrendo a degradação da mesma, apresentou aumento da concentração de OD, chegando até  $8,32 \text{ mg L}^{-1}$ , estando dentro do parâmetro da Resolução Conama nº 357/2005. No gráfico (B), a  $\text{DBO}_{5,20}$  inicia-se em  $2,00 \text{ mg L}^{-1}$  e após a entrada de esgoto, ocorre a elevação deste parâmetro, chegando em torno de  $28,30 \text{ mg L}^{-1}$ , estando em desacordo com a Resolução Conama nº 357/2005.



Na figura 6 (C), verifica-se para a reaeração inicial um pequeno pico chegando a  $0,12 \text{ mg L}^{-1}$  que passou a se reduzir durante o percurso, resultando em  $0,01 \text{ mg L}^{-1}$  após chegar em 52,7 km, permanecendo inalterado. Em relação ao Nitrogênio (D), N-org, N-amon, N-nitrito, N-nitrato mantiveram seu comportamento semelhante ao verificado no cenário 3, ficando em acordo no que diz respeito à Resolução Conama nº 357/2005. O Fósforo (E), inicialmente estava  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$  e de modo constante passou a se reduzir, chegando a  $0,02 \text{ mg L}^{-1}$ , estando dentro do parâmetro estipulado pela Resolução nº 357/2005, sendo aceito até  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ .

Considerando-se a (F), que diz respeito a amônia livre, inicialmente se encontrava com  $0,005 \text{ mg L}^{-1}$ , ocorrendo um pico, onde é elevada a  $0,007 \text{ mg L}^{-1}$ , por consequência da entrada de esgoto no corpo hídrico, passando a se reduzir de maneira constante, estando dentro do que estipula a Resolução Conama nº 357/2005. Para os coliformes (G) é possível identificar que estão em conformidade com a Resolução Conama nº 357/2005. Na Figura 6 (H) a vazão manteve-se em constante acréscimo até o final do percurso, o que pode ser explicado pela entrada da vazão do esgoto e da vazão incremental, no corpo hídrico.

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo utilizou o modelo matemático QUAL-2E com variáveis teóricas, para analisar a capacidade de autodepuração do Rio Ijuí no município de Roque Gonzales- RS, levando em consideração quatro cenários diferentes, utilizando a Resolução Conama nº 357/2005 e classe do corpo hídrico (Classe 1), para averiguar se os valores estão de acordo com os seus parâmetros.

Para o cenário 1, todos os parâmetros permaneceram de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, apresentando uma ótima capacidade de autodepuração do Rio Ijuí em relação aos despejos teóricos analisados. Nos cenários 2, 3 e 4, a concentração de  $\text{DBO}_{5,20}$  ultrapassou o valor máximo permitido pela Resolução Conama nº 357/2005, o que impede a completa autodepuração do Rio Ijuí no trecho de estudo. Os demais parâmetros estavam de acordo com a referida resolução em toda a extensão do corpo hídrico.

Desse modo, percebe-se a importância de estudos de simulação como a Modelagem matemática QUAL-2E, que possibilitam analisar a capacidade assimilativa



do corpo hídrico para vários cenários de lançamento de efluentes, além de identificar formas de controle da poluição existente, para que se tenha uma boa qualidade da água dos mananciais hídricos. Sugere-se para estudos futuros a continuação do estudo de análise de autodepuração do Rio Ijuí no município de Roque Gonzales, com um possível monitoramento real e caracterização do corpo hídrico, possibilitando identificar formas de controle da poluição existente.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFFS por possibilitar a realização deste estudo e a DESA-UFMG pela disponibilização do Modelo QUAL-2E.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Implementação do Enquadramento em Bacias Hidrográficas; Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – Snirh: Arquitetura Computacional Sistêmica. Brasília, 2009.
- BRASIL, Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- BRASIL. Resolução CRH/RS nº 111/2012, de 13 de setembro de 2012. Aprova o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, Sema – Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
- CEE. Comunidade Econômica Européia. Directiva 80/778/CEE relativa a qualidade de águas destinadas ao consumo humano. Jornal Oficial da Comunidade Européia, n.L299, 20p, 1980.
- DE VARGAS, E. H.; MARQUES, F. S. Análise da autodepuração do curso d'água Pomba Cuê utilizando o modelo Streeter Phelps. Revista Pleiade, v. 9, n. 17, p. 83-92, 2015.
- FERREIRA, P. S.; PEREIRA, Joelson Gonçalves. Aspectos Geoambientais para Enquadramento da Classe de Uso da Água do Córrego de Arame, Dourados – MS. Disponível em: . Acesso em: 05 mar. 2023.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados – Roque Gonzales/RS. 2023. Disponível em:< <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/roque-gonzales.html>>. Acesso em 01 fev. 2023.
- MONTEIRO, F. S.; Análise geoespacial como subsídio para proposta de enquadramento de corpos hídricos. 2017.



RODRIGUES, Akysana Luiza Alves; BUENO, Silvia Messias. Análise físico-química e microbiológica de água potável em diferentes pontos de coleta da cidade de São José do Rio Preto-SP. *Revista Científica*, v. 1, n. 1, 2019.

SARDINHA, Diego de Souza et al. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 13, p. 329-338, 2008.

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte (MG): Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA/UFMG). v. 7. 2005.



## ANÁLISE DE AUTODEPURAÇÃO DO RIO IJUÍ NO MUNICÍPIO DE CERRO LARGO POR MEIO DA APLICAÇÃO DE MODELO MATEMÁTICO E VARIÁVEIS TEÓRICAS

ANALYSIS OF SELF-PURGING OF THE IJUÍ RIVER IN THE MUNICIPALITY OF CERRO LARGO THROUGH THE APPLICATION OF A MATHEMATICAL MODEL AND THEORETICAL VARIABLES

DOI: 10.51859/AMPLA.CAM3132-6

Endi Adriano Fures<sup>1</sup>

Alice da Silva Gonçalves<sup>2</sup>

Mauricio Seibert Castilho<sup>3</sup>

Alcione Aparecida Almeida Alves<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

<sup>2</sup> Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul- UFFS

<sup>3</sup> Graduando do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

<sup>4</sup> Professora Adjunta. Universidade Federal da Fronteira Sul.

### RESUMO

A capacidade de autorregulação dos corpos hídricos auxiliada por processos físicos, químicos e biológicos é de suma importância para a degradação de matéria orgânica associada a efluentes sanitários e de demais poluentes lançados nos mananciais superficiais. Dessa forma, esse estudo realizado em fevereiro de 2023 teve como objetivo analisar a autodepuração do rio Ijuí, levando-se em consideração sua extensão no município de Cerro Largo, por meio da utilização de modelo matemático e de variáveis teóricas. Para isso, utilizou-se o modelo matemático QUAL-2E simulando 4 cenários de poluição distintos. Os parâmetros analisados foram oxigênio dissolvido (OD); demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>); componentes do balanço de OD; nitrogênio orgânico (N-org); nitrogênio amoniacal (N-amon); nitrogênio total (N-tot); nitrito (N-nitrito); nitrato (N-nitrato); fósforo orgânico (P-org); fósforo inorgânico (P-inorg); fósforo total (P-tot); amônia livre; coliformes termotolerantes (*E. coli*) e vazão. Os resultados indicaram que apenas a simulação acerca do cenário 1 apresentou todos os parâmetros de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, enquanto

as simulações 2, 3 e 4, atenderam parcialmente a referida resolução, atestando que, teoricamente o corpo hídrico possui autorregulação limitada pelo aumento da carga poluidora.

**Palavras-chave:** Controle da poluição das águas. Autorregulação. Modelo matemático. QUAL-2E.

### ABSTRACT

The capacity for self-regulation of hidric resources aided by physical, chemical and biological processes is of paramount importance for the degradation of organic matter associated with sanitary effluents and other pollutants released into surface sources. Thus, this study carried out in February 2023 aimed to analyze the self-depuration of the Ijuí River, taking into account its extension in the municipality of Cerro Largo, through the use of a mathematical model and theoretical variables. For this, the QUAL-2E mathematical model was used simulating 4 different pollution scenarios. The analyzed parameters were dissolved oxygen (DO); biochemical oxygen demand (BOD<sub>5,20</sub>); DO balance components; organic nitrogen (N-org); ammoniacal nitrogen (N-amon); total nitrogen (N-tot); nitrite (N-nitrite); nitrate (N-

nitrate); organic phosphorus (P-org); inorganic phosphorus (P-inorg); total phosphorus (P-tot); free ammonia; thermotolerant coliforms (E. coli) and flow. The results indicated that only the simulation about scenario 1 presented all parameters in accordance with the standards established by CONAMA Resolution N<sup>o</sup> 357/2005, while simulations 2, 3 and 4 partially

met the referred resolution, attesting that, theoretically, the hidric resources has self-regulation limited by the increase in the polluting load.

**Keywords:** Water pollution control. Self-regulation. Mathematical model. QUAL-2E.

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade humana gera cada vez mais resíduos que, na maioria das vezes, são despejados no ambiente, especialmente nos recursos hídricos, sem adequado tratamento, (DERISIO, 2017). No Brasil, cerca de 47% dos municípios possuem rede coletora de esgoto e somente 18% dos esgotos recebem algum tratamento, de modo em que, em grande parte do país há o lançamento direto de esgotos domésticos no meio ambiente, incluso nos corpos hídricos superficiais, sendo estes efluentes uma das principais fontes de contaminação das águas superficiais brasileiras (ANA, 2005).

A qualidade da água é aspecto indispensável, quando se considera um dos seus usos mais nobres, como o abastecimento humano, seguido da dessedentação animal. Porém, esses usos têm sofrido restrições significativas em função de alterações dos corpos hídricos superficiais, provenientes das ações naturais, mas principalmente antrópicas, as quais não alteram somente a qualidade, mas a quantidade de água disponível para o uso humano (SOUZA *et al.*, 2014).

No Brasil, a fim de assegurar a proteção e o uso sustentável dos recursos hídricos instituiu-se em 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) por meio da Lei Federal N<sup>o</sup> 9.433, a qual traz dentre seus instrumentos o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os principais usos da água. Em 2005, deu-se pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o enquadramento dos corpos de água segundo suas classes, com o intuito de alcançar as condições adequadas de qualidade da água, para as mais diversas finalidades e usos (BRASIL, 1997; 2005). E no ano de 2011, o mesmo conselho regulamentou a Resolução n<sup>o</sup> 430/2011, a qual dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e, complementa e altera Resolução N<sup>o</sup> 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2011).

Segundo Von Sperling (2007), a autodepuração remete-se à quantidade de materiais orgânicos que um corpo hídrico é capaz de assimilar sem o comprometimento

de sua qualidade. Guedes *et al.* (2009), denota que, devido ao grande valor ambiental do fenômeno da autodepuração, é que se fazem necessários os estudos do mesmo, com o objetivo de não somente utilizar a capacidade de assimilação de matéria orgânica em um corpo hídrico receptor como alternativa no tratamento de efluentes, mas também de impedir o lançamento direto in natura acima do que este corpo hídrico receptor possa suportar, de modo a garantir, o equilíbrio do ecossistema.

Segundo Soares (2018), a modelagem da qualidade da água de um corpo hídrico é uma importante ferramenta para a gestão dos recursos hídricos, pois possibilita simular situações futuras do uso da água e definir a capacidade de assimilação do curso d'água por meio dos limites de lançamentos de fontes pontuais.

Para Knapik *et al.* (2011), muitos pesquisadores desenvolveram ou aperfeiçoaram modelos de simulação da qualidade da água nas últimas décadas, principalmente no que diz respeito às variáveis oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). O modelo de Streeter-Phelps, datado de 1925, foi o pioneiro e possibilita o estudo de OD e DBO descrevendo o aumento e decréscimo do déficit de oxigênio em um manancial que recebe uma fonte de matéria orgânica.

Entre os modelos mais recentes o QUAL-2E (BROWN; BARNWELL, 1987) possibilita a simulação de mais variáveis, com detalhamento dos processos físicos, químicos e biológicos que interagem no corpo hídrico. Como denota Von Sperling (2007), o modelo permite simular o comportamento de diversos indicadores e parâmetros de qualidade da água, tais como: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Nitrogênio Orgânico (N-org), Nitrogênio Amoniaco (N-amon), Nitrito (N-nitrito), Nitrato (N-nitrato), Fósforo Orgânico (P-org), Fósforo Inorgânico (P-inorg) e Coliformes.

Diante do exposto, o presente estudo buscou analisar a capacidade de autodepuração do Rio Ijuí no município de Cerro Largo, Rio Grande do Sul (RS), por meio da aplicação de modelo matemático Qual-2E e variáveis teóricas em quatro (4) diferentes cenários, de modo a identificar se o corpo hídrico é capaz de manter ao longo do percurso a Classe 2, conforme estabelecido pela Resolução N° 357/2005 do CONAMA, bem como contribuir para a definição de formas de controle da poluição hídrica.



## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

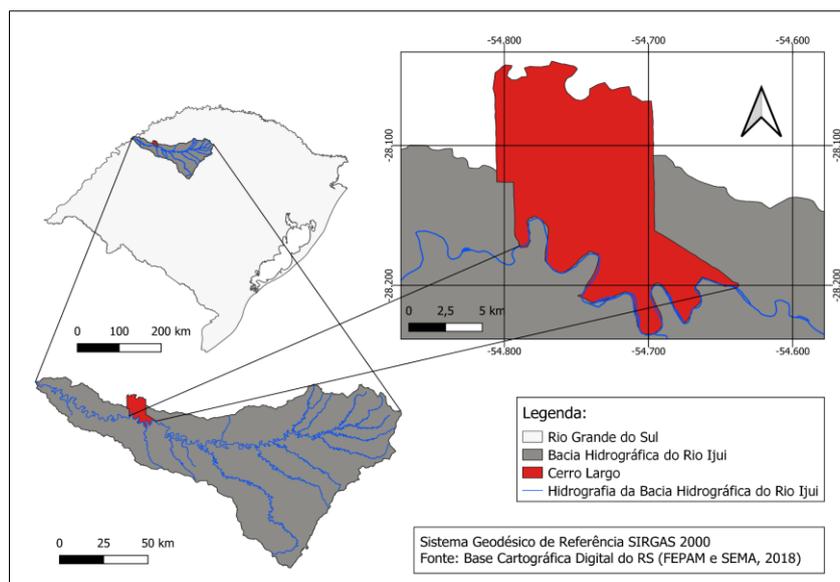
### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do rio Ijuí está localizada na região noroeste do RS pertencendo a região hidrográfica do rio Uruguai. A bacia abrange uma área total de 10.779,2 km<sup>2</sup> e engloba 36 municípios. As principais atividades relacionadas ao uso da água na região, estão direcionadas às atividades agrícolas (para a irrigação e dessedentação de animais) e ao abastecimento público. As atividades econômicas predominantes se dão através da agricultura e pecuária tendo-se como principais cultivos temporários soja, milho e trigo, além de cultivos permanentes de laranja e erva-mate. A pecuária tem como principais rebanhos na região os bovinos de corte, vacas leiteiras e suínos. Além disso, a geração de energia é um destaque, pois são identificados 12 aproveitamentos hidrelétricos na bacia (SEMA, 2012).

Outrossim, a área de estudo contempla o município de Cerro Largo, sendo este abrangido pela bacia do rio Ijuí, conforme Figura 1. O município possui área de 176,643 km<sup>2</sup>, com população de 14.243 habitantes, densidade demográfica de 74,79 hab/km<sup>2</sup> e índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,764 (IBGE, 2010, 2021).

Segundo a Resolução CRH/RS Nº 111/2012, do Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul – CRH/RS, a qual aprova o enquadramento das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, o trecho de estudo é enquadrado como Classe 2.

Figura 1 - Mapa de localização do Rio Ijuí no município de Cerro Largo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Como pode ser observado na Figura 1, a área de estudo corresponde ao trecho do rio Ijuí que perpassa o município de Cerro Largo, o trecho tem cerca de 40 km de extensão.

## 2.2. MODELO QUAL-2E

O QUAL-2E é um modelo matemático unidimensional, sendo de acesso livre e utilizado na determinação da qualidade da água. O referido modelo pode ser utilizado tanto em estado estacionário, como em estado dinâmico, no estado estacionário, tal modelo avalia o impacto dos lançamentos de cargas poluidoras nos rios, enquanto que, no modelo dinâmico, é possível analisar os efeitos das alterações dos dados meteorológico e das concentrações de oxigênio dissolvido (OD), sobre o corpo hídrico em estudo (FLECK *et al.*, 2013).

Por meio do modelo QUAL-2E é possível determinar a qualidade da água de uma determinada bacia hidrográfica, simulando e alterando simultaneamente diversos parâmetros, tanto para o rio principal, quanto para os seus tributários, dentre os parâmetros simulados, OD, DBO, N-org, N-amon, N-nitrito, N-nitrato, P-org, P-inorg e coliformes termotolerantes fecais (*E. coli*) (KNAPIK *et al.*, 2011).

Para tanto, no presente estudo, a simulação de autodepuração no Rio Ijuí foi realizada com o modelo QUAL-2E e se utilizou de constantes teóricas determinadas por Von Sperling (2005), bem como de valores de parâmetros do corpo hídrico em simulação, apresentados nas Tabelas 1 e 2, além da vazão incremental, descrito na Tabela 3.

Tabela 1 - Características do Corpo Hídrico.

Parâmetros	Valor (Unidade)
Distância do trecho	40 km
Altitude	211 m
Vazão (Q)	0,583 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
Oxigênio dissolvido (OD)	7,0 mg L <sup>-1</sup>
Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)	2,0 mg L <sup>-1</sup>
Nitrogênio Orgânico (N-org)	1,0 mg L <sup>-1</sup>
Nitrogênio Amoniacal (N-amon)	1,0 mg L <sup>-1</sup>
Nitrito (N-nitrito)	0,005 mg L <sup>-1</sup>
Nitrato (N-nitrato)	0,01 mg L <sup>-1</sup>
Fósforo Orgânico (P-org)	0,01 mg L <sup>-1</sup>
Fósforo Inorgânico (P-inorg)	0,01 mg L <sup>-1</sup>
Coliformes	10 NMP 100 mL <sup>-1</sup>

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 2 - Constantes utilizadas para simulação.

Coeficientes	Constante	Valor
Coeficiente de reação (K2)	m	22,45
	n	0,82 d-1
Valor máximo aceito para K2	-	10 d-1
Coeficiente de desoxigenação	K1	0,4
Coeficiente de decomposição	Kd	0,7
Coeficiente de sedimentação	Ks	0,2
Coeficientes de Nitrogênio	Constante	Valor
Coeficiente de sedimentação Norg	Kso	0,05 d-1
Coeficiente de conversão Norg-Namon	Koa	0,20 d-1
Coeficiente de conversão Namon-Nnitrito	Kan	0,20 d-1
Coeficiente de conversão Nnitrito-Nitrato	Knn	0,75 d-1
O2 equivalente da conversão Namon-Nnitrito	O2Namon	3,30 mgO2/mg Namon oxid
O2 equivalente da conversão Nnitrito-Nitrato	O2Nnitri	1,10 mgO2/mg Nnitrito oxid
Coeficiente de inibição da nitrificação por baixo OD	knitr	0,60
pH	-	7
Coeficientes de Fósforo	Constante	Valor
Coeficiente de sedimentação Porg	Porg-Kspo	0,02 d-1
Coeficiente de conversão Porg-Pinorg	Koi	0,27 d-1
Coeficientes de Coliformes	Constante	Valor
Coeficiente de decaimento de coliformes	Kb	1 d-1

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005).

Tabela 3 - Vazões incrementais utilizadas nas simulações.

Parâmetros	Valor (Unidade)
Vazão (Q)	0,001 m3s-1
Oxigênio dissolvido (OD)	5,0 mg L-1
Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)	1,0 mg L-1
Nitrogênio Orgânico (N-org)	1,0 mg L-1
Nitrogênio Amoniacal (N-amon)	1,0 mg L-1
Nitrito (N-nitrito)	0 mg L-1
Nitrato (N-nitrato)	0 mg L-1
Fósforo Orgânico (P-org)	0,01 mg L-1
Fósforo Inorgânico (P-inorg)	0,01 mg L-1
Coliformes	10 NMP 100 mL-1

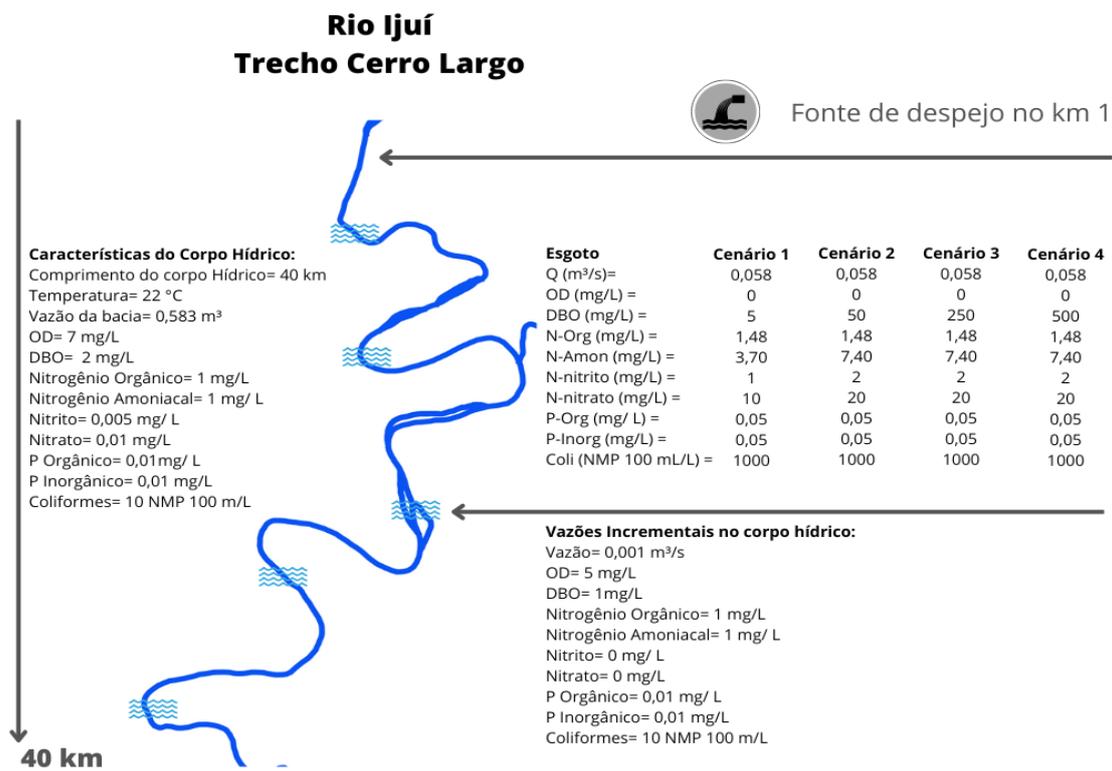
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

### 2.2.1. DIAGRAMA UNIFILAR DOS CENÁRIOS ESTUDADOS

O estudo foi realizado de modo a simular os 4 cenários apresentados no tópico anterior. Desse modo, isso pode ser visualizado na Figura 2, onde é explicitado no diagrama unifilar, apresentado sistematicamente de forma resumida o escopo do estudo.



Figura 2 - Diagrama unifilar.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Conforme a Figura 2, o estudo abordará a simulação da capacidade de autodepuração do trecho do rio Ijuí no município de Cerro Largo - RS, tendo um despejo pontual de esgoto no quilômetro 1 do percurso, além de uma vazão incremental, detalhada no diagrama unifilar.

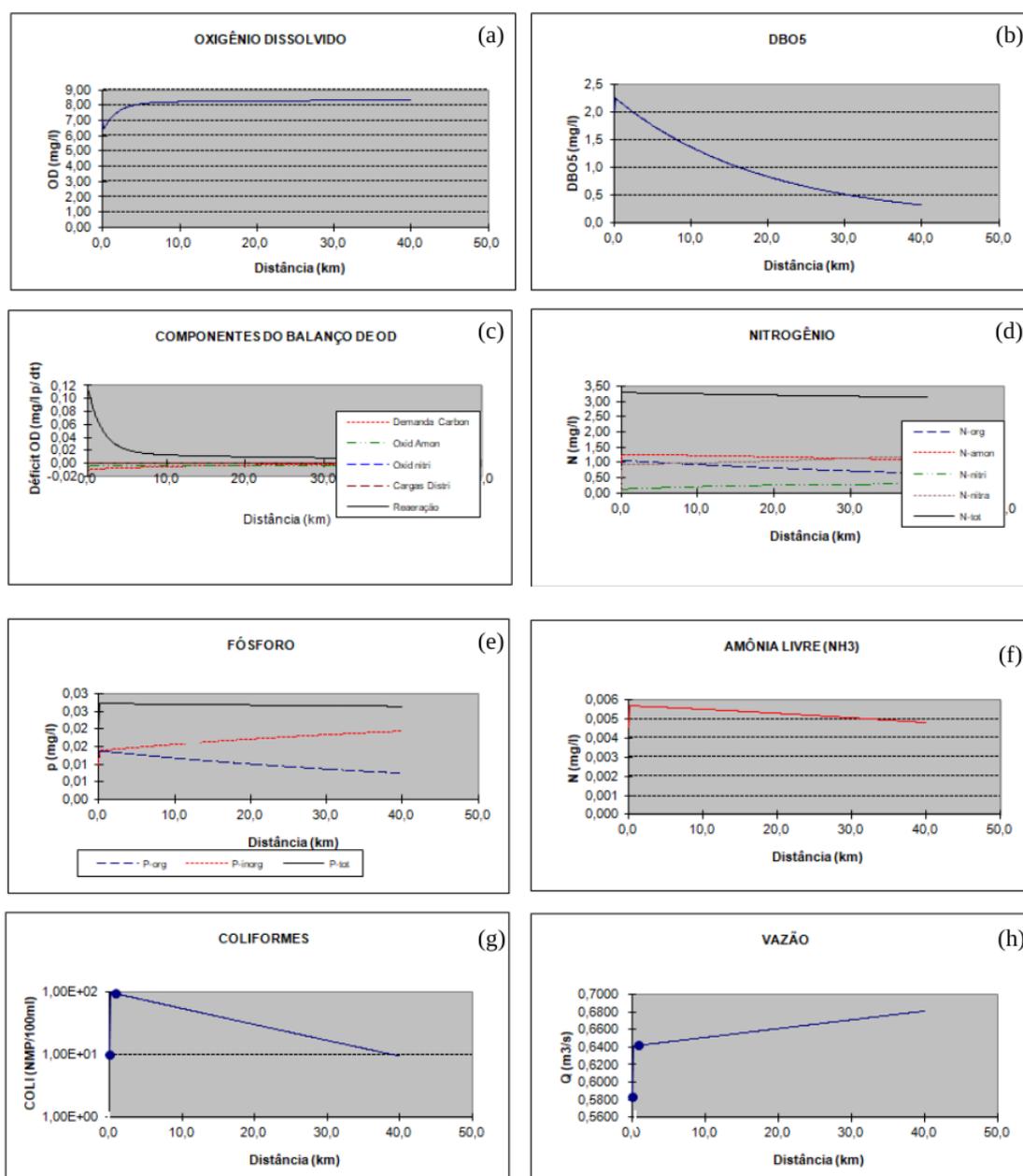
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As simulações foram realizadas através do modelo matemático da qualidade da água QUAL-2E. Dessa forma, os resultados obtidos foram comparados a Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementada e alterada pela Resolução Nº 430/2011 do CONAMA.

#### 3.1. ANÁLISE DE AUTODEPURAÇÃO - CENÁRIO 1

Para a simulação 1, os sete (7) parâmetros analisados são atendidos integralmente pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA no trecho do manancial superficial em estudo, considerando a Classe 2. Essa situação pode ser verificada na Figura 3, onde são apresentados gráficos para esse cenário.

Figura 3 - Gráficos dos parâmetros da simulação 1 na extensão do Rio Ijuí no município de Cerro Largo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Conforme pode ser visualizado na Figura 3, mesmo havendo uma carga poluidora proveniente de um despejo pontual no início do trecho do corpo hídrico, os parâmetros de OD,  $DBO_{5,20}$ , nitrogênio, fósforo, amônia livre ( $NH_3$ ) e Coliformes termotolerantes fecais, mantiveram-se em acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA para os mesmos.

Observa-se na Figura 3, gráfico (a), que a concentração de OD, encontra-se inicialmente em  $6,5 \text{ mg L}^{-1}$ , devido ao lançamento pontual de efluente logo no início do percurso, tendo-se desse modo uma zona de decomposição ativa. Essa concentração

começa a se elevar neste início até que no km 10 chega ao valor de aproximadamente  $8,3 \text{ mg L}^{-1}$ , estabilizando no mesmo, o que pode ser caracterizado como uma mudança de zonas, de recuperação para uma zona de águas limpas. Além disso, o parâmetro de  $\text{DBO}_{5,20}$  visualizado no gráfico (b) da Figura 3, inicia em aproximadamente  $2,25 \text{ mg L}^{-1}$ , e ao longo da extensão do trecho estudado, chegando ao km 40 a um valor próximo de  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ , esses baixos valores podem estar associados a baixa carga de matéria orgânica despejada, e sua posterior decomposição ao longo do percurso.

Ademais, pode ser visualizada no gráfico (c) uma alta reaeração no início do trecho, proveniente da descarga de esgoto. A diminuição de disponibilidade de matéria orgânica ao longo do trecho faz com que a reaeração também diminua. Os demais parâmetros do balanço de OD se mantiveram estáveis ao longo de toda a extensão do corpo hídrico.

As concentrações de nitrogênio visualizadas no gráfico (d) da Figura 2, permaneceram estáveis ao longo da extensão do trecho e, dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA.

Há concentração de Fósforo total, que pode ser associada ao despejo de esgoto no corpo hídrico, o aumento de fósforo inorgânico e diminuição do orgânico ao longo do trecho, pode ser associado à decomposição da matéria orgânica. O parâmetro atende ao padrão dado pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA para a Classe 2. Ainda, a concentração de coliformes, vista no gráfico (g), foi diminuída pela metade se comparada ao início e final do trecho, estando em consonância com a referida resolução.

Portanto, considerando esse cenário, o trecho do corpo hídrico estudado apresentou boa capacidade de autodepuração.

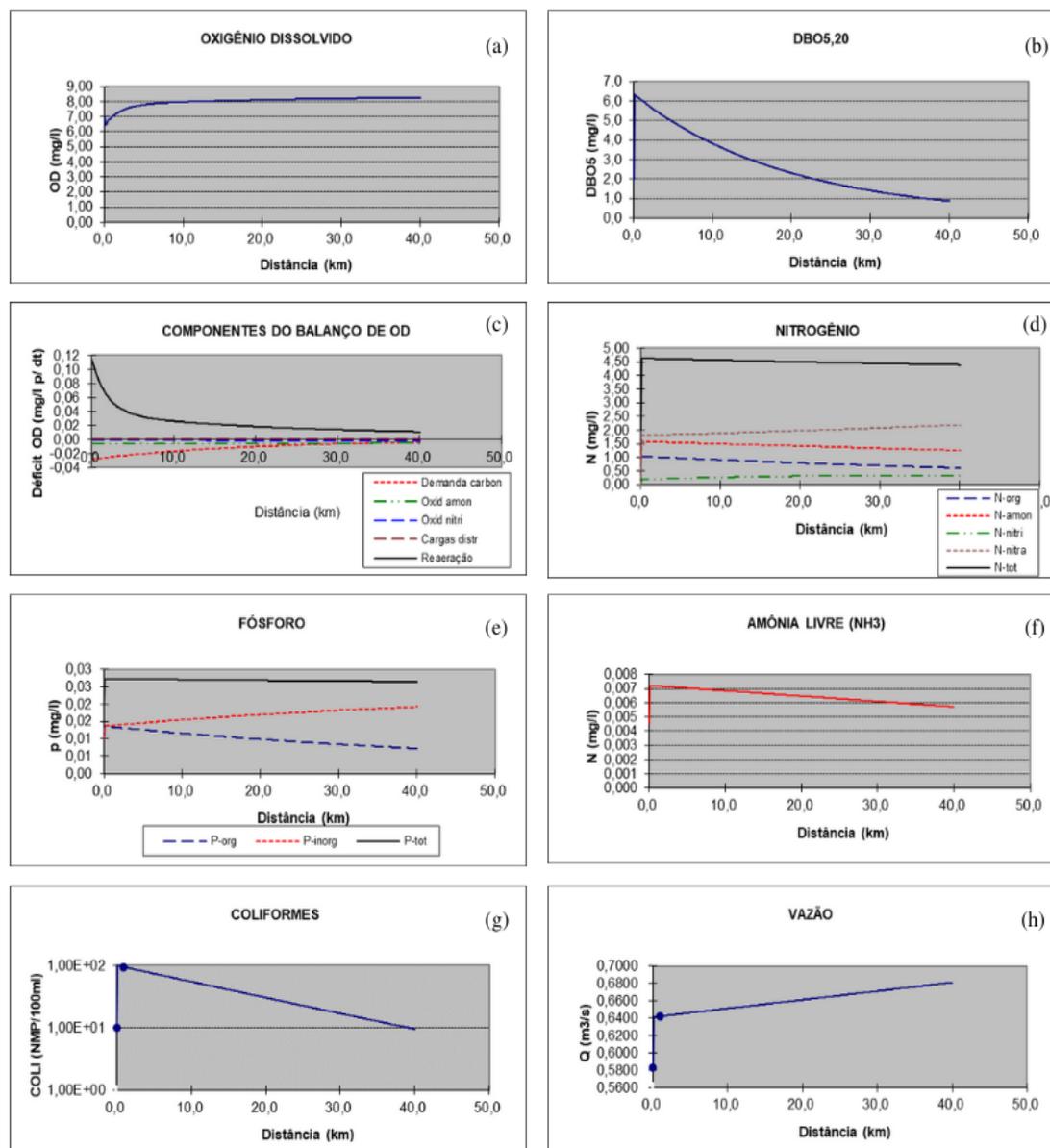
### **3.2. ANÁLISE DE AUTODEPURAÇÃO - CENÁRIO 2**

Para a simulação 2, seis (6) dos parâmetros analisados são atendidos integralmente pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, porém a DBO, atende em 88,5% dos padrões estabelecidos pela resolução, ou seja, 11, 5% do percurso do manancial superficial não se enquadra na referida classe definida pela resolução.



Através disso, a Figura 4 ilustra os resultados gráficos do cenário 2, de forma a determinar critérios para o enquadramento que permitam verificar a adequação das concentrações dos parâmetros analisados às restrições impostas pela legislação.

Figura 4- Gráficos dos parâmetros da simulação 2 na extensão do Rio Ijuí no município de Cerro Largo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Figura 4 (a), observa-se que a concentração de OD, encontra-se na faixa de  $6,5 \text{ mg L}^{-1}$ , devido ao lançamento pontual de efluente ser no início do trecho do manancial, caracterizando a zona de decomposição ativa. A partir do quilômetro 5, a concentração começa a se elevar, chegando a  $8,3 \text{ mg L}^{-1}$ , partindo do estágio de zona de recuperação à zona de águas limpas, permanecendo nos padrões exigidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA. Além disso, a baixa quantidade de matéria

orgânica reflete na diminuição da  $DBO_{5,20}$  ao longo do trecho, que parte de  $6,3 \text{ mg L}^{-1}$  até aproximadamente  $1 \text{ mg L}^{-1}$  no final dos 40 km, conforme a Figura 4 (b), atendendo ao enquadramento da resolução.

A variabilidade dos componentes do balanço de OD no manancial se apresenta apenas no início do trecho, devido ao despejo pontual de efluente. Além disso, a diminuição de matéria orgânica ao longo do trecho faz com que a reaeração também diminua. Enquanto a demanda carbonácea aumenta no início em função da zona de mistura resultante do despejo. Os demais parâmetros se mantiveram estáveis ao longo de toda a extensão do corpo hídrico.

As concentrações de nitrogênio permaneceram estáveis em a extensão do trecho, logo, mantiveram-se dentro dos padrões estabelecidos pela resolução, conforme Figura 4 (d). Outrossim, o lançamento de esgoto no início do trecho do manancial, traz como consequência um grande aumento na concentração de Fósforo total, porém mesmo assim este parâmetro atende ao valor estipulado pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, ao longo do trecho de estudo. Os demais parâmetros analisados também sofreram aumento apenas no início do trecho do manancial e ao longo dele atenderam aos padrões da legislação, devido a autodepuração do corpo hídrico.

A vazão do manancial superficial sofreu um aumento significativo também no início do trecho, relacionado ao despejo do efluente, após isso, seguiu aumentando devido às vazões incrementais adicionadas ao corpo hídrico.

Dessa forma, para esta simulação foram inseridos valores de efluente e vazões incrementais iguais ou acima dos valores estabelecidos para os padrões requeridos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA para Classe 2.

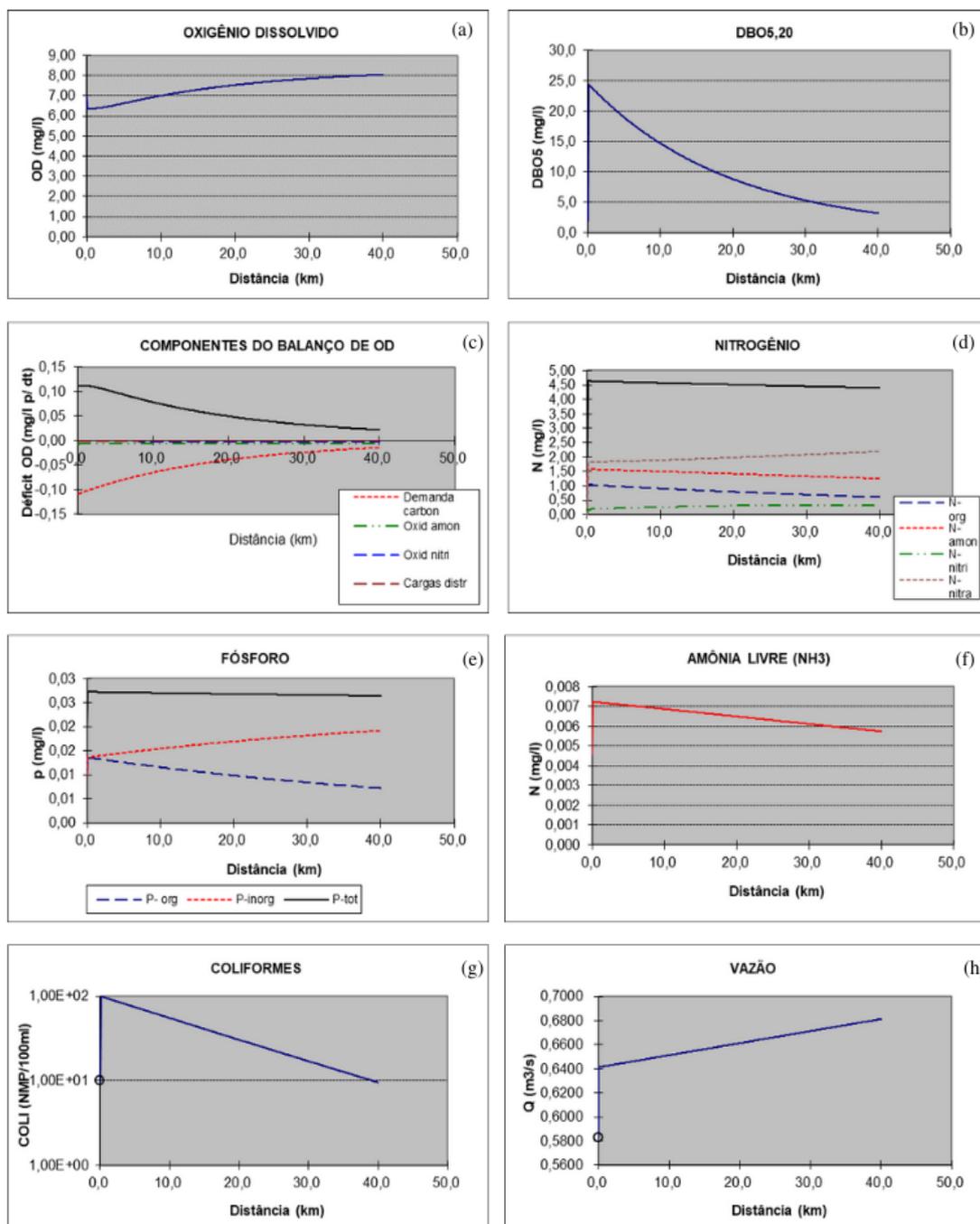
### 3.3. RESULTADOS DA ANÁLISE DE AUTODEPURAÇÃO - CENÁRIO 3

Para a simulação 3, seis (6) dos parâmetros analisados, atendem os padrões ambientais da Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, o único parâmetro que não atende os padrões, é a DBO, onde atende apenas 21,8% os padrões da resolução, sendo assim, 78,2% do restante do corpo hídrico, não se enquadra na classe estabelecida pela resolução.



A figura 5 ilustra os gráficos dos parâmetros resultantes para a simulação 3 de toda a extensão do corpo hídrico.

Figura 5 - Gráfico dos parâmetros da simulação 3 na extensão do Rio Ijuí no município de Cerro Largo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nesse cenário, observa-se que os parâmetros de OD, componentes de balanço de OD, nitrogênio, fósforo, amônia livre, coliformes e vazão, atendem integralmente os padrões exigidos pela resolução CONAMA Nº 357/2005.

A concentração de OD, apresentada na Figura 5 (a), no início do trecho, situa-se por volta de  $6,36 \text{ mg L}^{-1}$ , após, ocorre o lançamento de efluentes no manancial, e a partir do km 2, a concentração se eleva, chegando  $8,05 \text{ mg L}^{-1}$ , assim, permanecendo integralmente dentro dos padrões exigidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA. A  $\text{DBO}_{5,20}$ , apresentada na Figura 5 (b), acarretada pela baixa quantidade de matéria orgânica presente no trecho, parte de  $24,4 \text{ mg L}^{-1}$ , e se mantém acima dos valores estimados até o km 30, onde acaba decaindo, e chegando a  $3,2 \text{ mg L}^{-1}$  no km 40, atendendo assim, o enquadramento da resolução.

As concentrações de nitrogênio não se alteraram durante o trecho do manancial, e se mantiveram dentro dos padrões exigidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA.

As descargas de efluentes domésticos durante o trecho do manancial, tem como consequência o aumento da concentração de fósforo no corpo hídrico, sendo assim, foi possível observar um aumento na concentração de fósforo, possivelmente, pela decomposição da matéria orgânica, porém, foram atendidos os padrões exigidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA. Além disso, foi possível observar um aumento significativo na vazão, acarretada pelo despejo de efluentes durante o percurso do manancial, conjuntamente com as vazões incrementais

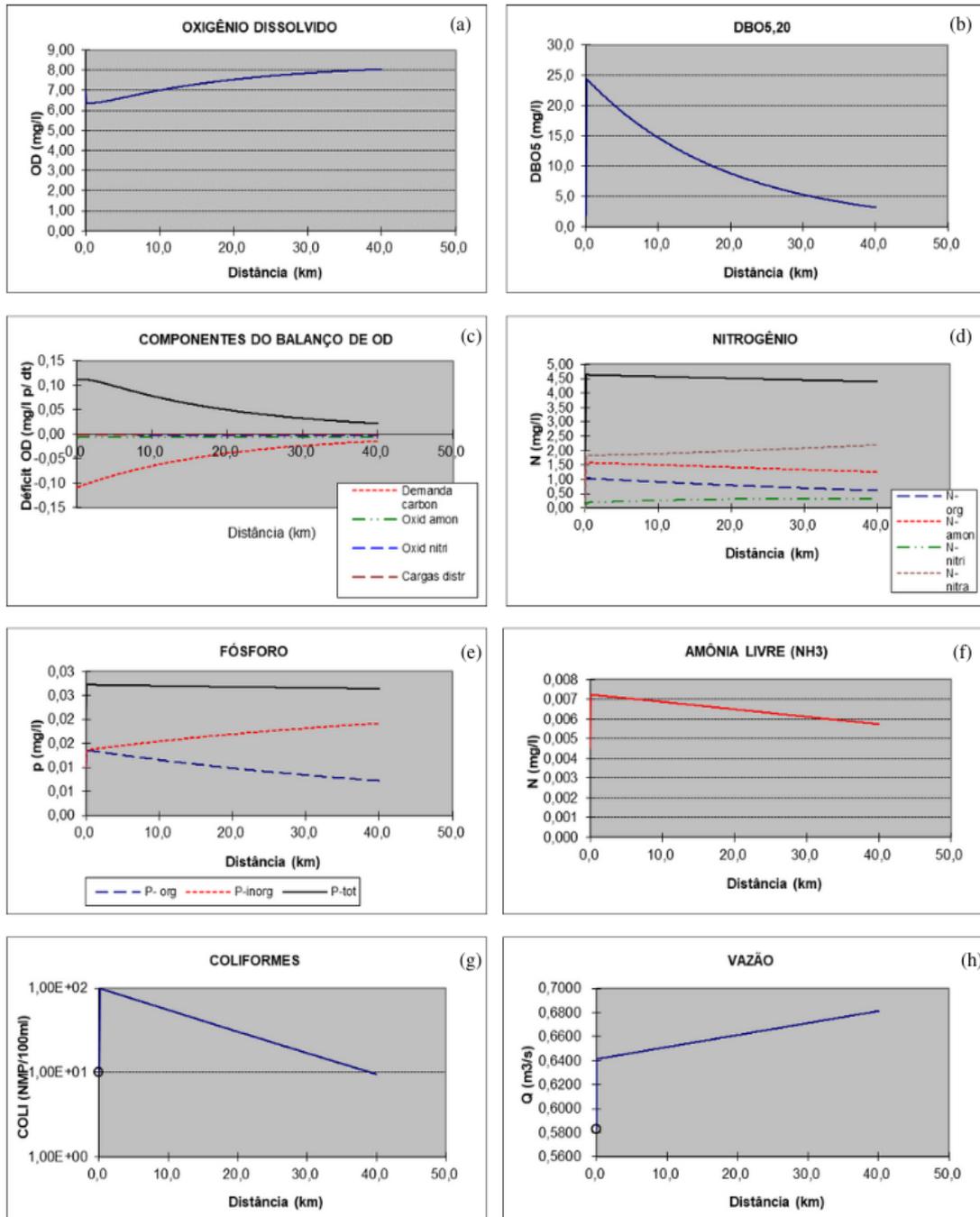
Visto isso, o manancial encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA em todos os parâmetros, exceto a DBO, que encontra-se fora dos padrões em 78,2% do trecho.

### 3.4. ANÁLISE DE AUTODEPURAÇÃO - CENÁRIO 4

Para a simulação 4, seis (6) dos parâmetros analisados são atendidos integralmente pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, porém a DBO não atende em nenhum trecho do percurso do manancial superficial os valores do parâmetro estipulado pela resolução.

A Figura 6 ilustra os gráficos dos parâmetros resultantes para a simulação 4 de toda a extensão do corpo hídrico.

Figura 6 - Gráficos dos parâmetros da simulação 4 na extensão do Rio Ijuí no município de Cerro Largo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para este cenário, os parâmetros de OD, componentes do balanço de OD, nitrogênio, fósforo, amônia livre, coliformes termotolerantes fecais e vazão atendem integralmente os valores estipulados pela Resolução N<sup>o</sup> 357/2005 do CONAMA.

A concentração de OD, encontra-se na faixa de 6,5 mg L<sup>-1</sup>, devido ao lançamento pontual de efluente ser no início do trecho do manancial, caracterizando a zona de

decomposição ativa, após isso ocorre um decaimento desse valor, mas a partir do quilômetro 5, a concentração começa a se elevar, chegando a 8,0 mg L<sup>-1</sup>, partindo do estágio de zona de recuperação à zona de águas limpas, permanecendo nos padrões exigidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA.

O parâmetro DBO<sub>5,20</sub> não atende em nenhum momento as exigências da resolução, pois no início, conforme apresentado na Figura 6 (b), ele sai de um valor de 46 mg L<sup>-1</sup> e ao receber a fonte pontual de contaminação a concentração começa a decair, indicando um declínio da matéria orgânica, chegando ao final do trecho com um valor de 5,1 mg L<sup>-1</sup>, permanecendo mesmo assim com os valores acima das exigências da resolução. Outrossim, as concentrações de nitrogênio permaneceram estáveis em toda a extensão do trecho, logo, mantiveram-se dentro dos padrões estabelecidos pela resolução, conforme Figura 6 (d).

Portanto, para esta simulação foram inseridos valores de efluente e vazões incrementais iguais ou acima dos valores estabelecidos para os padrões requeridos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização deste estudo, utilizou-se variáveis empíricas para a simulação de 4 cenários distintos. Os gráficos gerados no modelo matemático permitiram vislumbrar as diferentes alterações passíveis de serem sofridas ao longo dos trechos do corpo hídrico a partir do despejo de efluentes, bem como identificou-se a capacidade de autorregulação do corpo hídrico.

Apenas a simulação do cenário 1 apresentou todos os parâmetros em conformidade com a Resolução Nº 357/2005 do CONAMA considerando a Classe 2.

Para as simulações 2 e 3, o parâmetro DBO<sub>5,20</sub>, encontrou-se parcialmente fora dos padrões estabelecidos pela Resolução Nº 357/2005 do CONAMA e na simulação 4, o parâmetro DBO<sub>5,20</sub>, encontrou-se integralmente fora dos padrões estabelecidos pela resolução Nº 357/2005 do CONAMA para Classe 2. Os demais parâmetros analisados, permaneceram em conformidade com as exigências da legislação.

Por fim, cabe destacar que, é de suma importância que ocorram estudos futuros, utilizando e aprofundando os dados obtidos nos trabalhos atuais, com observações e comparações a partir de dados de análise in loco, não mais teórico, objetivando



identificar fontes que possam vir a reduzir a capacidade assimilativa deste importante recurso hídrico.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal da Fronteira Sul por nos possibilitar a realização deste estudo e a DESA-UFMG pela disponibilização do Modelo QUAL-2E em planilha de software livre.

## REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. Agência Nacional de Águas, Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. - Brasília: ANA, SPR, 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução Nº 357 de 18/03/2005 (Federal). Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. 2005.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução Nº 430 de 13/05/2011 (Federal) - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 2011.
- BRASIL. Resolução CRH/RS Nº 111/2012, de 13 de setembro de 2012. Aprova o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, Sema – Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.
- BROWN, L. C.; BARNWELL, T. O. Jr. "The Enhanced Stream Water Quality Model QUAL2E and QUAL2EUNCAS: Computer Program Documentation and User Manual." Athens: United States Environmental Protection Agency, 1987, 189 p.
- DERISIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. Páginas: 232. Editora: Editora Oficina de Textos Edição: 5ª. Idioma: Português, 2017.
- FLECK, L. et al. Principais modelos matemáticos de qualidade da água e suas aplicações: uma revisão. Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia, v. 4, n. 8, p. 46-61, 2013.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados - Cerro Largo/RS. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/cerro-largo.html>>. Acesso em 12 fev. 2023.

- KNAPIK, H. et al. Qualidade da água da bacia do rio Iguaçu: diferenças conceituais entre os modelos QUAL2E e QUAL2K. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 16, n. 2, p. 75-88, 2011.
- SEMA. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (DRH/SEMA). Processos de Planejamento dos Usos da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí – Enquadramento. Relatório da Etapa B – REB. Cenários Futuros e Enquadramento. Rio Grande do Sul, 205 p. 2012.
- SOARES, S. S. Modelagem da qualidade da água em um trecho do rio dos Bois, Goiás. 2018. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- SOUZA, J. R. de. et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 8, n. 1, abr. 2014. ISSN 1982-5528. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217>>. Acesso em: 13 fev. 2023.
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005.
- VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade de água de rios. DESA/UFMG, v. 7, Belo Horizonte – MG, 2007. 588 p.



## QUALIDADE DE ÁGUA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE PEIXES

WATER QUALITY IN FISH FARMING

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-7

Nara Cristina Sousa Silva <sup>1</sup>  
Ludmila Lopes de Castro Menezes <sup>2</sup>  
Hannah Reis Marcondes <sup>3</sup>  
Isadora Correia Gomes Tomasini <sup>4</sup>  
Cristielle Nunes Souto <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Medicina Veterinária. Centro Universitário de Mineiros – Unifimes

<sup>2</sup> Professora Doutora. Faculdade UNA

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Zootecnia.

<sup>4</sup> Acadêmica do curso de Medicina Veterinária. Universidade Federal de Jataí – UFJ

<sup>5</sup> Professora Doutora. Universidade Federal de Jataí – UFJ

### RESUMO

A qualidade da água é um importante fator para o desenvolvimento e sobrevivência na produção de peixes. Deve fornecer um ambiente livre de estresse e que garanta a higidez de peixes de cultivo. Fatores como perda de peso e doenças estão relacionados diretamente a qualidade de água e frequentemente causam prejuízo ao piscicultor. Assim, para que a água seja mantida ideal para o peixe, parâmetros como temperatura, oxigênio dissolvido, pH, transparência, amônia, alcalinidade e dureza são fatores importantes a serem avaliados e corrigidos. É necessário também conhecer sobre os sistemas de produção que será utilizado, que pode ser em tanques escavados, recirculação de água e tanque rede. Além de ressaltar sobre a qualidade de água e os impactos ambientais causados pela piscicultura. Para isso, a busca foi realizada com base de artigos utilizando-se as plataformas: Scientific Electronic Livrary (SciELO), Elsevier, Science direct, Taylor & Francis e Google Acadêmico. Foi possível notar que a temperatura afeta diretamente os peixes por meio de suas atividades fisiológicas. Sendo assim, podemos concluir que a mensuração desses parâmetros indispensáveis, pois a água do viveiro influencia diretamente na produtividade, tornando essencial seus cuidados, visando sempre o bem-estar dos animais e alta produtividade.

**Palavras-chave:** Ambiência. Parâmetros. Sistemas de produção. Oxigênio dissolvido.

### ABSTRACT

Water quality is an important factor in the development and development of fish production. It must provide a stress-free environment that ensures the health of farmed fish. Factors such as weight loss and disease are directly related to water quality and often harm the fish farmer. Thus, for the water to be ideal for fish, parameters such as temperature, dissolved oxygen, pH, transparency, ammonia, alkalinity and hardness are important to be considered and corrected. It is also necessary to know about the production systems that will be used, which can be excavated tanks, water recirculation and net tank. In addition to emphasizing water quality and the impacts caused by fish farming. For this, a search was carried out based on articles using the following platforms: Scientific Electronic Livrary (SciELO), Elsevier, Science direct, Taylor & Francis and Academic Google. It was possible to note that the temperature directly affected the fish through their physiological activities. Therefore, we can conclude that the measurement of parameters is essential, as the water from the nursery directly influences productivity, making its care, always the well-being of the animals and high productivity, essential.

**Keywords:** Ambience. Parameters. Production systems. Dissolved oxygen.



## 1. INTRODUÇÃO

A piscicultura é um dos ramos da aquicultura, onde a criação de peixes e outros organismos aquáticos tem se desenvolvido. Devido ao rápido crescimento nos últimos anos se tornou uma parte importante da economia de mercado brasileira. A produção de peixes teve um crescimento expressivo, conforme apresentado no anuário de 2020 do peixe BR da piscicultura (2020), revelando que no período de seis anos a produção de peixes teve um aumento de 31%, onde em 2014 se produzia 578.800 t e em 2019 essa produção passou para 758.006 t.

Assim como em qualquer tipo de produção é necessária água com qualidade para o sucesso. Na piscicultura esse fator é ainda mais importante, pois a água é o principal componente desse processo. As funções como alimentação, reprodução e excreção dos peixes, são realizadas na água, portanto é necessária uma boa qualidade (LEIRA et al., 2017). Alguns fatores são de extrema importância para se manter uma boa qualidade de água e esses fatores podem ser divididos em físicos (temperatura, transparência e turbidez) e químicos (alcalinidade, amônia, dureza, oxigênio e pH) (SANTOS, 2018).

O sistema de produção pode ser descrito como conjunto de elementos que tem como finalidade transformar insumos em produtos. É de extrema importância que se tenha um conhecimento minucioso da piscicultura, sobretudo sobre as características de viveiros e variação do volume ou a qualidade de água disponível durante todo o período de produção (SENAR, 2017). Dentro do sistema de produção, podem haver várias formas de instalações como por exemplo, viveiros escavados, tanques rede e sistemas de recirculação de água.

A água é utilizada para diversas finalidades, devido a sua alta utilização é importante que se tenha devidos cuidados para evitar possíveis impactos ambientais. Para evitar esses impactos, são recomendadas algumas técnicas para minimiza-los, assim descrito pela Silva et al. (2013) uma alternativa cada vez mais rotineira para reduzir o impacto ambiental da aquicultura é fazer a reutilização de água. Dentre os principais impactos ambientais que podem surgir, podemos enfatizar de acordo com a Silva et al. (2013) uma grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes (nitrogênio e fósforo) nos efluentes que afetará a qualidade da água nos cursos hídricos a jusante.



Outro problema que pode ser encontrado é o excesso de ração nos tanques, dessa forma devemos reduzir essa quantidade de sobras, fornecendo alimento na quantidade adequada para a espécie, para evitar sobras na água que serão uma fonte de nutrientes para os organismos no ambiente de cultivo (MORO et al., 2013).

Dessa forma, essa revisão teve como objetivo apresentar os principais parâmetros de qualidade de água que são importantes em diferentes sistemas e modelos de produção.

## 2. METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma revisão de literatura que tem como base de dados a abordagem bibliográfica com a finalidade de abordar e expor os principais parâmetros de qualidade de água e sua relação com sistemas de produção de peixes e meio ambiente desenvolvida com base em material de autores. A busca foi realizada com base de artigos utilizando-se as plataformas: Scientific Electronic Library (SciELO), Elsevier, Science direct, Taylor & Francis e Google Acadêmico. A busca inclui artigos, publicações e documentos oficiais no período de 2012 até 2021, e a pesquisa foi realizada com início em 5 de agosto à 10 de novembro de 2021.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1. PARÂMETROS PARA ANÁLISE DE ÁGUA NA PISCICULTURA DE ÁGUA DOCE

A qualidade da água para a criação de peixes tem uma alta relevância para os piscicultores pois os peixes precisam da mesma durante todo o processo. Para que se tenha um bom resultado na produção os técnicos responsáveis pela propriedade precisam estar sempre atentos com alguns parâmetros de qualidade de água. Alguns fatores afetam diretamente no desenvolvimento, crescimento e reprodução dos peixes, como por exemplo oxigênio dissolvido, temperatura, pH, alcalinidade, dureza e transparência (SANTOS, 2018). Ainda segundo o autor, para se obter os valores dos parâmetros é importante o uso de reagentes para cada parâmetro. O uso dos reagentes auxilia na identificação dos parâmetros e, caso não esteja dentro do ideal para os peixes, torna-se possível realizar as correções.

### 3.1.1. PH

O potencial hidrogeniônico é uma medida de concentração de íons H<sup>+</sup> na água. Suas medidas variam de 0 a 14, onde o pH igual a 7 equivale ao neutro. Neste sentido, a sobrevivência e crescimento de peixes é otimizado em águas com pH entre 6-9, se o valor do pH se apresentar fora desta faixa, seu crescimento será afetado, podendo ocorrer mortalidade em valores inferiores a 4,5 ou acima de 10 (LEIRA et al., 2017). Alguns fatores podem interferir na oscilação do pH, esses fatores podem ser divididos em respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição (LEIRA et al., 2017). Quando o pH está muito alto, recomenda-se abrir a porta de entrada da água para renovação. Para valores de pH muito mais baixos do que o valor recomendado, é utilizado tratamento de calagem com bicarbonato e calcário (SANTOS, 2018).

Figura 1 - Análise de pH utilizando reagentes colorimétricos.



Fonte: Arquivo pessoal.

### 3.1.2. TEMPERATURA

A temperatura da água tem um papel muito importante dentro da piscicultura pois a respiração, digestão, reprodução e alimentação dos peixes estão ligadas diretamente com essa temperatura (LEIRA et al., 2017). Existe uma faixa de conforto térmico adequada para cada espécie e essa faixa de temperatura para a piscicultura pode variar entre as espécies, sendo que para o tambaqui e o pirarucu é adequado que se tenha uma temperatura próxima a 28° C, já para o Jundiá o ideal é em torno de 24° C (MORO et al., 2013). As variações de temperatura podem limitar a alimentação e causar mortalidade dos peixes. A temperatura ideal para espécies de peixe tropicais está entre 24 - 28°C. Entre 20 - 24°C podem apresentar limitação na quantidade de ração ingerida, mas abaixo desta temperatura, o apetite diminuirá logo e acima de 28°C eles vão perdê-lo completamente e a morte pode ocorrer em temperatura superior a 32°C. Quando a

temperatura não está favorável algumas técnicas são necessárias. Em períodos mais frios o arraçoamento e fertilização devem ser reduzidos (LEIRA et al., 2017). É de suma importância que a temperatura da água seja aferida diariamente pela manhã, tarde e no momento de realizar o arraçoamento. Para isso, é utilizado termômetro que deve ser colocado no meio da coluna d'água para aferição da medida, conforme apresentado na figura 3 (MORO et al., 2013).

Figura 3 - Avaliação de temperatura utilizando sonda multiparâmetros.



Fonte: Arquivo pessoal.

### 3.1.3. OXIGÊNIO DISSOLVIDO

O oxigênio dissolvido (OD) na água é um dos fatores ambientais de vital importância dentro da piscicultura, pois está ligado intimamente com a sobrevivência dos peixes tornando-se necessário que os níveis estejam sempre dentro dos parâmetros. De acordo com Moro et al. (2013) para as espécies de águas frias, a concentração de oxigênio dissolvido na água deve ser sempre maior que 5,0 mg/L, e para os de águas quentes (tropicais) é ideal que se tenha uma concentração acima de 3,0 mg/L. Um fator de risco dentro da piscicultura está relacionado com a baixa concentração de oxigênio dissolvido que acontece durante a noite. Como os peixes, o fitoplâncton, as bactérias presentes na água, consomem muito oxigênio, portanto é comum que o oxigênio dissolvido caia repentinamente durante à noite (QUEIROZ E BOEIRA, 2016). Para a correção do OD se utiliza algumas técnicas, como o uso de pás, sopradores, injetores de ar, rotativos, com hélice, entre outros (MORO et al., 2013). O grau de saturação do oxigênio dissolvido é medido através de uma fórmula matemática onde é apresentado em forma de porcentagem: % saturação = (concentração OD na água ÷ concentração OD ponto de saturação) x 100 (QUEIROZ e BOEIRA, 2016).

Figura 4 - Mensuração de oxigênio com oxímetro digital.

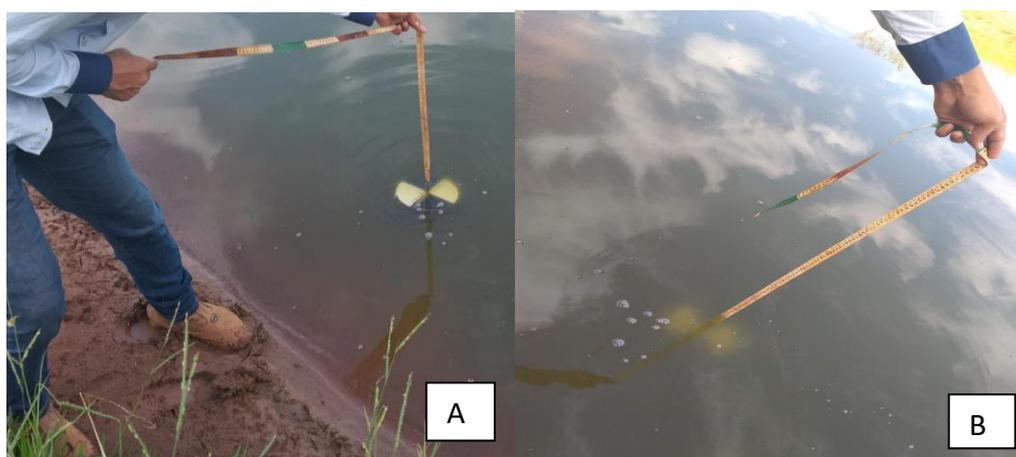


Fonte: Arquivo pessoal.

### 3.1.4. TRANSPARÊNCIA E TURBIDEZ

A transparência e turbidez são importantes, pois seus níveis estão ligados também com o oxigênio da água. Neste sentido, Moro et al. (2013) ressalta que há liberação de oxigênio quando a energia luminosa que é transformada pelos organismos em matéria orgânica. A mesma pode variar de acordo com a presença de organismos na água como fitoplâncton, zooplâncton, e até mesmo presença de argila. De acordo com a presença do fitoplâncton a água pode ficar esverdeada, ou se houver muita argila suspensa, a água fica turva, esta pode causar irritação ou ulceração das brânquias dos peixes e com isso, eles se tornam mais suscetíveis a parasitas e doenças (SENAR, 2019). A transparência pode ser estabelecida pelo distanciamento que a luz penetra na água (BARTZ, 2021). Para obter a transparência é utilizado um equipamento chamado disco de Secchi que mede em centímetros a transparência. A faixa utilizada para a profundidade de Secchi, está em torno de 20 a 40 cm, dependendo assim da profundidade e visibilidade do fundo do tanque (LEIRA et al., 2017). Para que se faça a correção de transparência são utilizados métodos de calagem e adubação (SCHELEDER e SKROBOT, 2016). Outros métodos que podem ser utilizados para evitar que a transparência seja afetada, é evitando a erosão, enxurrada, presença de animais e pode ser utilizado também calcário ou gesso agrícola para decantar parte da argila (SENAR, 2019).

Figura 5 - Medidor de transparência da água, disco de Secchi. Disco sendo colocado a água (A), disco após ser submerso na água (B).



Fonte: Arquivo pessoal.

### 3.1.5. ALCALINIDADE E DUREZA

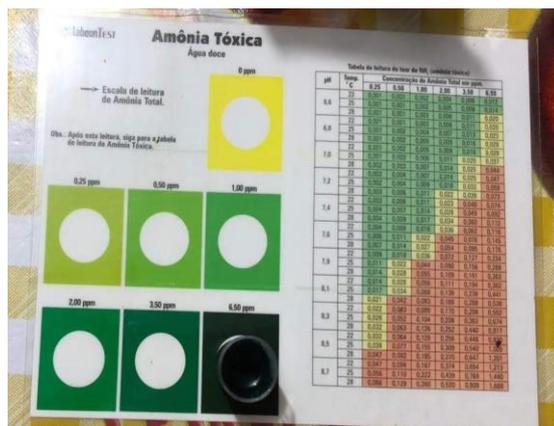
A alcalinidade e dureza são parâmetros que se referem a concentração total de bases tituláveis que estão presentes na água e sua unidade de medida é apresentada em equivalentes de carbonato de cálcio (mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ) (MORO et al., 2013). É recomendado que se mantenha parâmetros de alcalinidade e dureza acima de 30 mg/L, pois as condições de criação são mais convenientes para os peixes (SENAR, 2019). A alcalinidade e a dureza vão indicar a presença de alguns sais minerais dissolvidos na água. Para alcalinidade, sais como carbonatos ( $\text{CaCO}_2$ ) e bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) e para dureza, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (SANTOS, 2018). Para obter as medidas de alcalinidade e dureza são utilizados kits químicos de análise de água e deve ser realizada diante de algumas situações, quando se faz enchimento de um viveiro, 15 dias após a aplicação do calcário e quando apresentar aumento de pH (SENAR, 2019). A baixa alcalinidade pode acarretar em mudanças de pH durante todo o dia, fornecendo um meio com baixa capacidade de tamponamento de água (desequilíbrio ácido-base) (Moro et al., 2013). A calagem corrige a alcalinidade e dureza da água sendo amplamente utilizado o calcário agrícola, sendo necessário distribuir o calcário uniformemente pelo tanque, caminhando pelas laterais ou usando um trator ou barco para facilitar a operação. A quantidade utilizada para correção depende diretamente do pH do solo e da água (SENAR, 2019).

### 3.1.6. COMPOSTOS NITROGENADOS

O nitrogênio é um elemento essencial para a vida na terra, aparece em diferentes formas e estados de oxidação e é indispensável para o crescimento de todos os seres vivos (MENDES e PEDROZA, 2019). O nitrogênio está presente em matérias orgânicas em decomposição e na água pode ser apresentado em forma de amônia, nitrito e nitrato, sendo um constituinte imprescindível para o crescimento das algas que em excesso desenvolve um exagerado crescimento dos mesmos (LEIRA et al., 2017). A amônia é o principal produto de excreção dos peixes e é produzida após a assimilação das proteínas, sendo a proteína a principal fonte de nitrogênio na ração comercial (MORO et al., 2013).

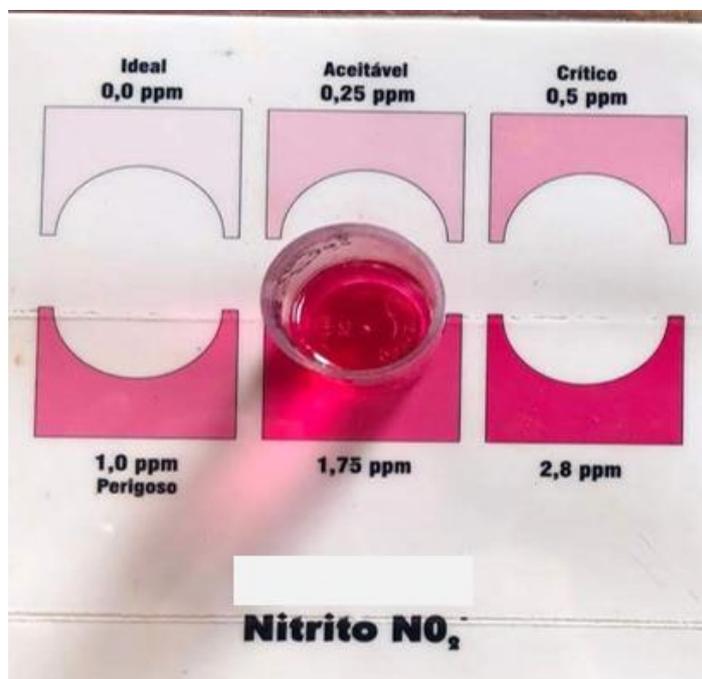
A alta quantidade de amônia presente na água pode prejudicar a saúde e o crescimento dos peixes, devido isso seu nível deve ser abaixo de 0,05 mg/L (SENAR, 2019). Sendo assim, a correção da amônia é realizada com a troca de água, ativação dos aeradores e uso de biorremediadores (MORO et al., 2013). O equilíbrio da amônia está relacionado diretamente com o pH e a temperatura (MORO et al., 2013). O aumento do pH juntamente com o aumento da temperatura, causam também um aumento no nível de amônia, devido a conversão da amônia  $\text{NH}_4^+$  para a amônia  $\text{NH}_3$  que é mais tóxica (SENAR, 2019). O nitrito é um produto mediano no processo de transformação da amônia em nitrato, por obra de bactérias do gênero *Nitrossomonas* (LEIRA et al., 2017). O valor máximo de nitrito que é tolerado pela maioria das espécies de peixes é de 0,50 mg/L e valores maiores a este podem resultar em mortalidade dos peixes (MORO et al., 2013). O nitrato é muito importante para o desenvolvimento do fitoplâncton, pois é convertido em proteína após ser absorvido sendo seu limite máximo para peixes de 5,0 mg/L (LEIRA et al., 2017). O aumento de nitrato está relacionado com a concentração de amônia, pois será convertida em nitrito e este em nitrato (MORO et al., 2013).

Figura 6 - Verificação de amônia utilizando reagentes colorimétricos.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 7 - Verificação de nitrito utilizando reagentes colorimétricos.



Fonte: Arquivo pessoal.

### 3.1.7. GÁS CARBÔNICO

É produzido dia e noite pelos organismos do viveiro, sendo eles fitoplâncton, zooplâncton e peixes. No processo de respiração, durante o dia é consumido pelo fitoplâncton e sua concentração tende a ser superior durante a noite (MORO et al., 2013). O gás carbônico tem uma influência direta com o pH, pois quando o pH aumenta o gás carbônico diminui e vice-versa (LOPES, 2012). Em águas subterrâneas, como poços e minas, o conteúdo de oxigênio é geralmente baixo e o de CO<sub>2</sub> é alto, caso seja utilizada essa fonte de água é importante coloca-la em um ambiente aberto antes de usar para evaporar o CO<sub>2</sub>, seu valor deve estar abaixo de 10 mg/L (SILVA et al., 2013).

## 3.2. SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE PEIXE

A piscicultura é a produção de peixes em ambiente controlado, que se desenvolveu rapidamente no Brasil e vem se desenvolvendo em diversos sistemas de cultivo em quase todas as regiões do país (SENAR, 2017). Os sistemas de produção podem ser divididos em quatro grupos, sendo eles, sistema extensivo, semi-intensivo, intensivo e superintensivo (FARIA e MORAIS, 2019). É de grande importância que os produtores tenham os conhecimentos técnicos básicos sobre cada tipo de sistema de produção para alcançarem bons resultados na atividade (SENAR, 2017).

### 3.2.1. TANQUES ESCAVADOS

Basicamente, um viveiro é uma estrutura escavada no terreno natural em que existem sistemas de drenagem e abastecimento de água, e isso torna possível que sejam preenchidos ou esvaziados quando necessário (SILVA, 2019). O viveiro escavado é geralmente retangular, com fundo regular, parcialmente inclinado (SENAR, 2019). O tanque escavado é o mais utilizado no Brasil para a produção das principais espécies de peixes (SENAR, 2017). Os tanques escavados têm como benefício o controle sobre o fluxo de água. É necessário que seja feita análise de qualidade da água supracitados. Os tanques escavados usados para atividades de piscicultura podem ser usados para a produção de alevinos, recria, e terminação de peixes, produção, seleção e manutenção de matrizes ou produção de peixes ornamentais (REZENDE e BERGAMIN, 2013).

Para um melhor desempenho dos animais e até mesmo facilitar a mão de obra, é necessário que os tanques sejam construídos de diferentes medidas. Segundo (REZENDE e BERGAMIN, 2013) o sistema de abastecimento de água da piscicultura deve estar localizado no lado contrário do escoamento para facilitar a renovação da água, e cada viveiro deve ter uma entrada e saída de água separadas, e esse abastecimento deve ser feito de preferência por gravidade para que não tenha gastos com a uso de energia para manipulação de bombas. O crescimento de fitoplânctons e conseqüentemente de zooplânctons que são alimentos naturais podem ocorrer por meio da adubação dos tanques com adubos químicos e/ou orgânicos. Geralmente são utilizadas fontes de carbono (no caso de adubos orgânicos como o farelo de arroz), nitrogênio (uréia) e fósforo (adubo). Transparência da água é um parâmetro importante que é avaliado em tanques escavados. Para completar uma boa prática de produção em viveiros, são



necessários cuidados no momento da despesca, neste sentido Silva (2019) lembra que uma atenção especial deve ser dada para reduzir os danos ao meio ambiente, pois uma grande quantidade de água será descartada de uma só vez e a concentração de matéria orgânica é muito alta. Tanques escavados são amplamente utilizados em sistemas semi intensivos, em que as taxas de lotação variam de 0,5 a 1 peixes por m<sup>2</sup>, dependendo da espécie.

Figura 8 - Representação de tanque escavado.



Fonte: Grupo águas claras.

### 3.2.2. RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA

Esse sistema de produção já é bastante aplicado em países onde existe pouca disponibilidade de água, e é utilizado quando se objetiva produzir uma quantidade elevada de peixes, em circunstâncias onde não há grande disponibilidade de área e água para a criação (LIMA, 2013). Neste sistema, a água é continuamente circulada na estrutura de cultivo, processada no sistema de filtração (mecânica, química e biológica), e devolvida à estrutura de cultivo com qualidade suficiente para a produção (LIMA, 2013). Na passagem da água pelo filtro biológico, se desenvolvem bactérias responsáveis pelo metabolismo dos compostos nitrogenados, que tem como finalidade a transformação de nitrogênio amoniacal em nitrato (APARICIO, 2013). Ainda segundo o autor são utilizados nos filtros substratos como, areia, cascalho, esferas ou cilindros de plástico e flocos de isopor. Tanques de cultivo, decantadores e filtros, biofiltros, sistema de aeração, sistemas de bombas e tubulações de drenagem e retorno, e unidade de quarentena, fazem parte dos componentes básicos de um sistema de recirculação (SILVA et al., 2013).

Figura 9 - Sistema experimental de aquicultura com recirculação de água.



Fonte: Mariana Silveira Guerra Moura e Silva

### 3.2.3. TANQUE REDE

Peixes cultivados em gaiolas, são confinados a uma estrutura flutuante cercada por tela ou malha, permitindo o aproveitamento de vários ambientes aquáticos, como reservatórios de usinas hidrelétricas e açudes de grande porte (SENAR, 2017). Os tanques rede são compostos basicamente pela estrutura de sustentação, flutuadores, tela para contenção dos peixes, tela de proteção superficial e comedouro (REZENDE E BERGAMIN, 2013). O local para instalação do tanque rede deve ter os seguintes aspectos: bom acesso ao local, disponibilidade de energia elétrica, disponibilidade e boa qualidade da água, condições de ordem legal, e a avaliação da disponibilidade de mão de obra (SENAR, 2018). Ainda segundo o autor alguns parâmetros de qualidade de água devem ser observados sendo eles: temperatura, oxigênio dissolvido, pH, transparência e turbidez mineral. O tanque rede é composto de uma malha ou tela, que permite que a água flua, diante disso essas estruturas podem ter diferentes formas e tamanhos, e são feitas de uma variedade de materiais, por exemplo, PVC, metal, e nylon, além de outros materiais sintéticos (SILVA, 2019).

Figura 11 - Demonstração de tanque rede.



Fonte: Max telas.

### 3.3. QUALIDADE DE ÁGUA E IMPACTOS AMBIENTAIS

O mundo está enfrentando uma crise global de qualidade e quantidade de água, no qual a razão é o crescimento populacional, a urbanização e a industrialização que estão aumentando rapidamente, além disso a expansão e intensificação da produção de alimentos (OLIVEIRA, 2016). Outro fator que acarreta prejuízos ambientais está relacionado com a piscicultura. Deste modo, os impactos das atividades de piscicultura requerem cuidados redobrados, pois pode causar alterações nas condições naturais das áreas afetadas direta e indiretamente pelas atividades (FAVACHO et al., 2017).

A fim de que a atividade da piscicultura se estabeleça, são indispensáveis que alguns requisitos ambientais sejam respeitados, e que a produção dos animais aquáticos seja conduzida dentro de parâmetros de qualidade de água catalogados pela legislação brasileira CONAMA n.357 (VAZ et al., 2015). Além disso segundo o autor, a qualidade dos efluentes gerados no processo de piscicultura também deve ser a melhor possível, de forma a minimizar o impacto ou alteração do corpo d'água. O efluente da atividade de piscicultura causa aumento nos valores de turbidez, sólidos suspensos, nutrientes e redução do oxigênio dissolvido (FAVACHO et al., 2017). Alimentos não consumidos formam sólidos, que ficam suspensos na água e relacionado a excrementos, pode causar um considerado aporte de matéria orgânica e inorgânica para os ecossistemas aquáticos, que pode causar eutrofização do ambiente aquático, causando assim, o crescimento de algas e plantas aquáticas (VAZ et al., 2015).

## 4. CONCLUSÃO

Podemos concluir que as mensurações dos parâmetros de qualidade da água são indispensáveis nos sistemas de produção, pois a água influencia diretamente na produtividade ou seja no desenvolvimento, crescimento e reprodução dos peixes, tornando essencial seus cuidados. Além disso, também foi abordado os principais parâmetros de qualidade para cada sistema e modelo de produção de peixes mais comuns no Brasil, mostrando as principais técnicas utilizadas e os parâmetros a serem observados em cada sistema.

## REFERÊNCIAS

APARICIO, Suzete. **Sistema fechado de circulação de água (sfca) para condução de experimento em piscicultura.** Universidade federal do Amazonas, Benjamin



Constant: 2013.

- BARTZ, Rafael Luis. **Sensoriamento remoto para análise de parâmetros de qualidade da água aplicado à piscicultura**. UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon – PR: 2021.
- BECKER, Hugo Rohden. **Remoção de h<sub>2</sub>s por meio de adsorção em óxido de ferro granular**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 2013.
- CARNEIRO, Paulo César Falanghe et al. **Montagem e Operação de um Sistema Familiar de Aquaponia para Produção de Peixes e Hortaliças**. Aracaju, SE: dezembro, 2015. (Circular Técnica 72).
- CARNEIRO, Paulo César Falanghe *et al.* **Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia** - Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, 189).
- CARVALHO, Caroline Gomes. **Desenvolvimento de nanofiltro para remoção de sulfeto de hidrogênio do biogás**. Universidade de Brasília, Brasília, DF: 2017.
- FARIA, Regina Helena Sant’Ana de; MORAIS, Marister. **Manual de criação de peixes em viveiro** / Regina Helena Sant’Ana de Faria ... [et al.]. – Brasília: Codevasf, 2013.
- FILHO, Carmélio de Sampaio Machado. **Produção de peixes ornamentais em sistema intensivo com recirculação de água na piscicultura Tanganyika, Ceará – Brasil**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza: 2018.
- FÓES, Geraldo Kipper; GAONA, Carlos Augusto Prata; POERSCH, Luís Henrique. **Cultivo em bioflocos (BFT) é eficaz na produção intensiva de camarões**. Visão agrícola nº11. Rio Grande, RS: 2012.
- LEIRA, Matheus Hernandes *et al.* **Qualidade da água e seu uso em pisciculturas**. PUBVET v.11, n.1, p.11-17, jan. 2017.
- LIMA, Adriana Ferreira. **Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimentos/editores técnicos**, Ana Paula Oeda Rodrigues ... [et al.]. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- LOPES, Jackelline Cristina Ost. **Técnico em agropecuária: piscicultura**/ Jackelline Cristina Ost Lopes.-Florianópolis: EDUFPI, 2012.
- MENDES, Alesi Teixeira; PEDROZA, Marcelo Mendes. **Determinação da concentração de nitrogênio amoniacal pelo método de nessler**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC, Palmas,TO: 2019.
- PEIXE BR, Anuário Brasileiro da Piscicultura. **Tilápia lidera e Brasil produziu 758 mil toneladas em 2019**. São Paulo, SP: 2020.
- SANTOS, Carla Caroline de Araújo dos. **Parâmetros da qualidade de água na piscicultura de água doce**. Universidade federal de Mato Grosso. Cuiabá-MT: 2018.

- SCHELEDER, Jessica; SKROBOT, Keyla.  
**Calagem na piscicultura: técnica de calagem em viveiros de água doce.** / Jessica Scheleder; Keyla Skrobot. Curitiba: Instituto GIA, 2016.
- SENAR. **Piscicultura: construção instalação e manutenção de tanques-redes.** / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2018. (Coleção SENAR).
- SENAR. **Piscicultura: manejo da qualidade da água.** / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2019. (Coleção Senar, 262).
- VAZ, Fabiana Cristina; GIANTOMASO, Pedro; SCUCATO, Thailine. **Um estudo de caso sobre o impacto ambiental da Piscicultura.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba: 2015.
- VERLY, Otávio Miranda *et al.* **Efluente de *Tambacus (Piaractus mesopotamicus Holmberg, 1887 X Colossoma macropomum Cuvier, 1818)* para produção de alfaces (*Lactuca sativa L.*) em sistema aquapônico.** ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS, v.4, n.3, p: 58-68, jul/dez 2017.



# CAPÍTULO VIII

## AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DOS MICROPLÁSTICOS NA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

EVALUATION THE IMPACTS OF MICROPLASTICS ON FOOD SAFETY

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-8

Alice da Conceição Alves de Lima <sup>1</sup>

Viviane Fonseca Caetano <sup>2</sup>

Glória Maria Vinhas <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Engenharia Química. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

<sup>2</sup> Pesquisadora do Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

<sup>3</sup> Professora Associada do Departamento Engenharia Química. Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

### RESUMO

As embalagens alimentícias atuam como barreiras externas que visam proteger os alimentos contra contaminações que podem ser de origem física, química ou biológica. No entanto, as embalagens convencionais podem transferir substâncias indesejadas, como os microplásticos (MPs), resíduo de catalisadores, estabilizantes plastificantes, entre outras substâncias para os alimentos. Geralmente, as embalagens são produzidas a partir de polietileno, polipropileno, poli(cloreto de vinila) ou polietileno tereftalato. Esses polímeros possuem a capacidade de formar MPs secundários ao serem submetidos a situações de intempéries como radiação UV, temperatura e umidade, por exemplo. Relatos na literatura mostram que MPs secundários já foram encontrados em alguns produtos alimentícios, como açúcar, água engarrafada e refrigerantes. O consumo destes alimentos contaminados com MPs pode afetar a saúde humana com cânceres, tumores benignos, disfunções endócrinas, obstrução do trato digestivo, infecções estomacais, entre outros efeitos. No entanto, estudos relacionados a contaminação dos alimentos por MPs ainda são poucos e limitados, sendo necessário mais pesquisas e discussões em torno da contaminação dos alimentos embalados com plásticos convencionais que, além de afetar a segurança do alimento, também, colabora para prejuízos na saúde humana.

**Palavras-chave:** Embalagem alimentícia. Microplásticos. Segurança dos alimentos.

### ABSTRACT

Food packaging acts as external barriers that aim to protect food against contamination that can be of physical, chemical, or biological. However, conventional packaging can transfer unwanted substances, such as microplastics (MPs), catalyst residues, plasticizing stabilizers, among other substances to food. Generally, the packaging is produced from polyethylene, polypropylene, poly(vinyl chloride) or polyethylene terephthalate. These polymers can form secondary MPs when subjected to weather conditions such as UV radiation, temperature and humidity, for example. Reports in the literature show that secondary MPs have already been found in certain food products, such as sugar, bottled water and soft drinks. The consumption of these foods contaminated with MPs can affect human health with cancers, benign tumors, endocrine dysfunctions, obstruction of the digestive tract, stomach infections, among other effects. However, studies related to the contamination of food by MPs are still few and limited, requiring more research and discussions around the contamination of food packaging with conventional plastics, which, in addition to affecting food safety, also contributes to damage to human health.

**Keywords:** Food packaging. Microplastics. Food safety.



## 1. INTRODUÇÃO

As embalagens alimentícias têm como objetivo proteger os alimentos contra contaminações físicas, químicas e biológicas, bem como contribuir no prolongamento da vida útil dos alimentos, garantir o valor nutricional e qualidade sensorial, e minimizar o desperdício de alimentos (UBEDA et al., 2020). No entanto, embalagens plásticas produzidas a partir de polímeros não biodegradáveis e derivados do petróleo, podem transferir substâncias indesejadas e tornar os alimentos menos seguros para consumo ou alterar suas características sensoriais e nutricionais. Dentre estas substâncias indesejadas têm-se os microplásticos (MPs) (PACK et al., 2021; UBEDA et al., 2020).

Os MPs podem ser de origem primária e secundária. Os MPs primários são produzidos intencionalmente na escala micro com a finalidade de inserção em, por exemplo, cosméticos ou produtos de limpeza facial. Já, os secundários são os pequenos fragmentos plásticos (< 5mm) indesejáveis provenientes da quebra/ processo de degradação de plásticos 'maiores', como as embalagens (SILVA et al., 2021). MPs secundários já foram encontrados em produtos alimentícios como, sal de cozinha, mel, açúcar, água engarrafada, refrigerantes, bebidas energéticas, cerveja e chá gelado (JONES, 2019). Dessa forma, tornou-se necessário destacar a importância da segurança dos alimentos que está sendo afetada com a presença de MPs.

A segurança dos alimentos envolve uma série de medidas que visam controlar a entrada de qualquer agente que prejudique a saúde do consumidor (FEITOSA & ANDRADE, 2022). As embalagens plásticas também devem ser cuidadosamente escolhidas para não ser veículo de contaminação (PADULA & ITO, 2006). As embalagens convencionais são produzidas a partir de polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC) ou polietileno tereftalato (PET). Esses polímeros são não biodegradáveis e quando submetidos a algumas condições ambientais de intempéries como radiação UV, temperatura e umidade, passam pelo processo de degradação, chamado de fragmentação, e formam MPs secundários que podem migrar para os alimentos, contaminando-os (CAIXETA et al., 2018; Medical News Today, 2022; OLIVATTO et al., 2018).

Alimentos contaminados com MPs, quando ingeridos, podem causar efeitos químicos, físicos e biológicos à saúde humana (BUGATTI et al., 2023). O efeito químico

é consequente de dois tipos de substâncias presentes nos MPs: (1) substâncias que já vem com o próprio plástico (ftalatos e bisfenol A) e (2) substâncias adsorvidas pelos MPs (metais pesados e poluentes orgânicos persistentes), contribuindo com o surgimento de cânceres, tumores, disfunções endócrinas e anormalidades no sistema reprodutor humano (BELO et al., 2021; JONES, 2019). O efeito físico está relacionado a uma ‘barreira física’ de MPs ao serem consumidos causando uma obstrução do trato digestivo. O efeito biológico ocorre com a associação de patógenos (*Cryptosporidiu*, *Giardia spp* e *oxoplasma gondii causa*) com os MPs e ao serem consumidos podem causar infecções estomacais (BUGATTI et al., 2023; BELO et al., 2021).

Além disso, estudos revelaram que a ingestão de MPs através de alimentos contaminados resultou no aparecimento de MPs nas fezes humanas, leite materno humano e placenta, tornando importante garantir a segurança dos alimentos para consumo final (BUGATTI et al., 2023). A partir disso, o objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura centrada nos impactos dos MPs, liberados pelas embalagens plásticas convencionais, na segurança dos alimentos e, conseqüentemente, na saúde humana.

## 2. METODOLOGIA

Nesta revisão da literatura, foram considerados os trabalhos, livros, periódicos e relatórios referentes aos anos de 2005-2023. Os critérios de inclusão adotados neste trabalho foram estudos no idioma inglês e português; as bases de dados utilizadas foram Sciencedirect e Google; e os termos utilizados nas buscas foram: microplásticos, embalagem de alimentos, segurança de alimentos, *microplastics*, *food packaging*, *food safety*.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 3.1. EMBALAGEM ALIMENTÍCIA

O setor de embalagens concentra o maior consumo de plásticos, atualmente superior a 40%, e dentre as aplicações destas embalagens, as relacionadas à conservação de alimentos representam cerca de 90% (GARCIA-GARCIA et al., 2022). As embalagens alimentícias podem ser direcionadas para alimentos refrigerados (armazenamento com temperatura entre 0°C e 5°C), congelados (armazenamento com

temperatura inferior a 18°C) e não percebíveis (armazenamento à temperatura ambiente) (PACK et al., 2021).

Em sua maioria, os plásticos destinados para o setor de embalagem de alimentos são derivados do petróleo devido a atributos como leveza, versatilidade, maleabilidade e, principalmente, baixo custo (BELO et al., 2021; GARCIA-GARCIA et al., 2022). Dentre os plásticos destinados para embalar e armazenar produtos alimentícios, tem-se principalmente o polietileno (PE, 31,9%), polipropileno (PP, 21,6%), policloreto de vinila (PVC, 13,6%), poliestireno (PS, 9,1%) e polietileno tereftalato (PET, 8,1%) (CAIXETA et al., 2018).

As embalagens plásticas ficam em contato direto com os alimentos e tem o objetivo de proteger contra contaminação externa, preservar o valor nutricional, bem como a qualidade física e sensorial dos alimentos. No entanto, é importante controlar a migração de compostos dos materiais de embalagem para os alimentos, pois pode levar à transferência de substâncias indesejadas que podem tornar os alimentos menos seguros para consumo ou alterar suas características sensoriais e nutricionais (UBEDA et al., 2020).

A migração geralmente ocorre devido ao tempo de contato embalagem-alimento mais longo, exposição do produto à temperatura mais alta, força mecânica ou teor de gordura do alimento. Um exemplo de situação em que pode ocorrer a migração de substâncias indesejadas das embalagens para os alimentos, seria através do aquecimento dos alimentos por micro-ondas, método mais comum de aquecer alimentos de conveniência (PACK et al., 2021).

Sobhani *et al.* (2020) descobriram que MPs podem ser liberadas durante o processo de abertura de embalagens plásticas, seja por abertura com tesoura, por rasgamento ou torção manual. Aproximadamente 0,46–2,50 MPs/cm foram gerados por meio de diferentes abordagens de abertura, e esta liberação de MPs depende de condições como rigidez, espessura, anisotropia e densidade do material plástico.

He *et al.* (2021) avaliaram embalagens de alimentos para micro-ondas produzidas a partir de polipropileno e observaram a migração de MPs, com tamanho entre 1-5µm, após aquecimento, uma amostra apresentou 712 mil partículas/L após primeiro aquecimento, 550 mil partículas/L após segundo aquecimento e 704 mil partículas/L após terceiro aquecimento.



Hee *et al.* (2022) avaliaram a liberação de MPs em embalagens de alimentos e bebidas produzidas a partir de polipropileno e poliestireno em condições de armazenamento e lavagem, e observaram uma liberação de MPs na embalagem de poliestireno após o tratamento de armazenamento 'quente' de 1 h (261 partículas/L), copo de polipropileno com tampa de poliestireno após armazenamento “frio” por 1h (233 partículas/L) e tigela de melamina para consumo após tratamento de armazenamento “quente” por 1 h e lavagem 100 vezes (394 partículas/L).

Marazuela *et al.* (2022) avaliaram a segurança da embalagem alimentícia comercial de polipropileno contra a contaminação com MPs após aquecimento, e observaram que após aquecimento convencional (70°C, 2 h, 4 ciclos) ou por micro-ondas (2 min, 700 W) foram encontrados, a partir de análise de microscopia e análise elementar, partículas de MPs com tamanho entre 8-45 µm.

Estes estudos comprovaram que pode existir a liberação de MPs das embalagens plásticas convencionais e, conseqüentemente, pode resultar na contaminação dos alimentos. Sendo assim, torna-se importante uma maior discussão sobre o tema de MPs, que podem ser vistos como substâncias indesejadas nos alimentos e afetar a segurança dos alimentos.

### 3.2. MICROPLÁSTICOS

Os microplásticos (MPs), conhecidos como pedaços de fragmentos de plásticos menores do que 5 mm de diâmetro, foram encontrados pela primeira vez retidos em redes de plâncton, em águas costeiras na região da Nova Inglaterra, nos Estados Unidos, em 1972. No mesmo ano, partículas de polietileno (PE) e poliestireno (PS) também foram identificadas no litoral do Rio Grande do Sul, no Brasil (LUCIO *et al.*, 2019; MONTAGNER *et al.*, 2021). Porém, apenas em 2004 o termo ‘microplástico’ foi introduzido na literatura científica devido ao aumento da preocupação sobre as conseqüências ecológicas da presença de tais partículas em diferentes ecossistemas (MONTAGNER *et al.*, 2021).

Os MPs podem ser classificados de acordo com a sua origem, como primários ou secundários. Os MPs primários são produzidos propositalmente na escala micro para serem utilizados pelo consumidor. A sua aplicabilidade está na indústria de produtos

peçoais e de cosméticos, em creme dental, esfoliantes, sabonetes, além de roupas e glitters (LUCIO et al., 2019).

Entretanto, os MPs secundários são liberados pelos plásticos convencionais de forma não intencional e podem ser vistos como como substâncias indesejáveis, são advindos da fragmentação dos plásticos ‘maiores’ não biodegradáveis (por exemplo, embalagens). Esta fragmentação é um processo de degradação dos plásticos não biodegradáveis que ocorre devido a condições ambientais, como radiação UV, aumento de temperatura, umidade, força mecânica e atividade microbiana, bem como o fator de envelhecimento do plástico reutilizado (LUCIO et al., 2019; MUHID et al., 2023).

As embalagens alimentícias derivadas do petróleo e não biodegradáveis (PP, PE, PVC, PS ou PET) podem, de forma não intencional, liberar os MPs secundários e contaminar os alimentos através da migração, como relatado por alguns estudos (JADHAV et al., 2021; MUHID et al., 2023). Além destes, o MP é um centro de diferentes compostos químicos e pode reter outros materiais complexos do ambiente. Isso torna a contaminação microplástica ainda mais complicada e difícil de detectar com precisão em um único método (MUHID et al., 2023). Desta forma, é necessário destacar a segurança dos alimentos contra a contaminação por MPs, esta pode ser interferida de acordo com a embalagem alimentícia utilizada.

### 3.3. SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

A expressão “segurança de alimentos” tem origem na expressão “Food Safety”, em inglês, e faz referência à garantia da qualidade e segurança de alimentos comercializados, incluindo desde a etapa industrial de manipulação dentro da indústria de alimentos, até o preparo e próprio consumo desses alimentos. A segurança de alimentos envolve uma série de medidas que visam controlar a entrada de qualquer agente que prejudique o consumidor, seja sobre sua saúde ou integridade física (FEITOSA & ANDRADE, 2022). Os alimentos podem ser contaminados por agentes, também chamados de contaminantes, biológicos, físicos ou químicos (PAS Campo, 2005).

- I. Contaminantes biológicos são organismos vivos, microrganismos, que estão presentes nos alimentos e podem causar doenças. Dentre esses, incluem-se bactérias, vírus, fungos e alguns parasitas que, na maioria das vezes, não

podemos ver a olho nu, mas são a principal causa de contaminação em alimentos.

- II. Contaminantes físicos são materiais estranhos e indesejáveis que, por falhas na manipulação e preparo, podem ser encontrados nos alimentos, podendo ser repulsivos ou causar ferimentos. Alguns exemplos conhecidos são adornos (como brincos e anéis), pedaços de plásticos ou vidro, ossos, pregos, palha de aço e fio de cabelos.
- III. Contaminantes químicos são substâncias tóxicas que, ao estarem presentes no alimento, podem causar dano ao consumidor. São exemplos de perigos químicos água sanitária, detergente, inseticida, lubrificante e desengordurante. Em alguns casos, a substância química deriva de um produto utilizado regularmente no serviço de alimentação que, ao ser manuseado inadequadamente, deixa resíduos não esperados no alimento. Há outras situações em que a substância química entra em contato com o alimento acidentalmente.

O material de embalagem também deve ser cuidadosamente especificado para assegurar que ele seja compatível com o alimento e não seja um veículo de contaminação, tendo-se em conta que os materiais de embalagem não são totalmente inertes e podem transferir substâncias para o alimento. Esta compatibilidade da embalagem com o alimento refere-se a segurança de que as substâncias que venham a migrar da embalagem para o alimento, não ocasionem alterações nas características sensoriais dos alimentos ou incorporação de resíduos tóxicos que possam torná-los impróprios para o consumo (PADULA & ITO, 2006). Os MPs podem ser citados como substâncias que podem contaminar os alimentos por migração através do contato embalagem/alimento.

### 3.3.1. CONTAMINAÇÃO MICROPLÁSTICA POR CONTATO EMBALAGEM/ALIMENTO

A contaminação microplástica por contato embalagem/ alimento pode ocorrer devido a exposição à irradiação ultravioleta, variações acentuadas de temperaturas ou forças de cisalhamento mecânicas das embalagens plásticas, causando a quebra dos polímeros. Assim, os MPs são liberados e migram para os alimentos causando a sua contaminação (HE et al., 2021).

Estudos relataram a presença de MPs em alimentos e bebidas processados e embalados com diferentes polímeros (LIN et al., 2022). No Quadro 1 são mencionados os produtos alimentícios em que foram identificados MPs de diferentes tipos de polímeros.

Quadro 1- Produtos alimentícios contaminados com MPs.

Produto alimentício	Tipo de embalagem plástica	Tipo de polímero identificado no alimento	Quantidade de MPs identificados	Tamanho dos MPs	Referência
Água engarrafada	Garrafa plástica com gargalo feito de polietileno tereftalato (PET) e tampa feita de polietileno de alta densidade (HDPE)	-	Média de 148 MPs/L	-	(WINKLER et al., 2019)
Carne	Bandeja de poliestireno (PE)	Poliestireno (PE)	1,1-10,8 MPs/Kg de carne embalada (superfície externa da embalagem) e 4,0-18,7 MPs/Kg de carne embalada (superfície interna da embalagem)	-	(KEDZIERSKI et al., 2020)
Leite	Embalagens assépticas Tetrapak recicláveis (75% de papel e 35% alumínio e polietileno - PE) e saco plástico de polietileno (PE)	Poliétersulfona (PES) com maior frequência e polissulfona (PSU)	Média de 6,5 MPs/L, com variação de 3-11 MPs/L	<0,5 mm (40%), 0,5-1 mm (28%) e 1-2 mm (25%)	(KUTRALAM-MUNIASAMY et al., 2020)
Chá gelado	Plástico constituídos de polietileno tereftalato (PET)	Poliamida (PA), poliéster amida (PEA)	Média de 11MPs/L	0,1-2 mm	(SHRUTI et al., 2020)



Produto alimentício	Tipo de embalagem plástica	Tipo de polímero identificado no alimento	Quantidade de MPs identificados	Tamanhos dos MPs	Referência
Refrigerante	Plástico constituídos de polietileno tereftalato (PET)	Poliamida (PA), poliéster amida (PEA) e acrilonitrila butadieno estireno (ABS).	Média de 40 MPs/L	0,1-3 mm	(SHRUTI et al., 2020)
Bebida energética	Plástico constituídos de polietileno tereftalato (PET)	Poliamida (PA), poliéster amida (PEA) e acrilonitrila butadieno estireno (ABS)	Média de 14 MPs/L	0,1-3 mm	(SHRUTI et al., 2020)
Cerveja	Plástico constituídos de polietileno tereftalato (PET) e frascos de vidro reutilizável	Poliamida (PA), poliéster amida (PEA), polietileno tereftalato (PET)	Média de 152 MPs/L	0,1-3 mm	(SHRUTI et al., 2020)
Açúcar	-	Policloreto de vinila (PVC) e acrilonitrila butadieno estireno (ABS) com maior frequência (43%)	183-669 MPs/Kg de açúcar, com uma média de 343,7 MPs/Kg de açúcar	-	(AFRIN et al., 2022)

- Dado não exposto.

Fonte: Autoria própria.

Os resultados dos estudos apresentados no Quadro 1 comprovam a existência de contaminação microplástica dos produtos alimentícios embalados. Essa contaminação ocorre com maior significância a partir da liberação de MPs pelas embalagens plásticas através do contato embalagem/ alimento (RAHMAN et al., 2021). De acordo com Cox *et al.* (2019), indivíduos que consomem apenas água engarrafada para atender à ingestão recomendada de água ingerem 90.000 partículas adicionais, em comparação com apenas 4.000 partículas para aqueles que consomem apenas água da torneira. Porém, ainda existem poucos estudos na literatura científica sobre a contaminação de produtos alimentícios embalados, sendo necessário uma maior

discussão sobre a contaminação plástica dos alimentos através do contato embalagem/alimento.

Além desse consumo inconsciente de MPs a partir de produtos alimentícios embalados, existe a utilização de recipientes plásticos para armazenamento, transporte, preparo e consumo de alimentos. Estes recipientes também são fontes de liberação de MPs e podem contaminar os alimentos por contato e, conseqüentemente, aumenta o consumo de MPs inconscientemente pelo homem (JADHAV et al., 2021). Estudos relataram que o consumo humano de MPs através de alimentos contaminados é de aproximadamente 203- 332 partículas/dia/pessoa, e de 39.000- 52.000 partículas/ano/pessoa (JADHAV et al., 2021; TAVELLI et al., 2022). Adicionalmente, este consumo diário e anual de MPs pelo indivíduo pode gerar efeitos na saúde humana.

### 3.4. EFEITOS DA INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS NA SAÚDE HUMANA

A ingestão de alimentos e bebidas contaminados com MPs é a principal via de exposição humana, ocorrendo de forma inconsciente e silenciosa, por serem partículas minúsculas e, por muitas vezes, não podem ser identificadas a olho nu (RAHMAN et al., 2021). Os MPs podem causar efeitos químicos, físicos e biológicos à saúde humana (BUGATTI et al., 2023; BELO et al., 2021; JONES, 2019):

- I. O efeito químico está associado a dois tipos de substâncias presentes nos MPs: (1) substâncias que já vem com o próprio plástico, comumente utilizadas para lhe conferir propriedades especiais, como ftalatos e bisfenol A e (2) substâncias adsorvidas pelos MPs, que podem incluir metais pesados e poluentes orgânicos persistentes (POPs), estas substâncias podem contribuir com o surgimento de cânceres, tumores, disfunções endócrinas e anormalidades no sistema reprodutor masculino e feminino.
- II. O efeito físico está relacionado a uma 'barreira física' gerada a partir da ingestão de MPs resultando na obstrução do trato digestivo.
- III. O efeito biológico ocorre com a associação de patógenos (*Cryptosporidiu*, *Giardia spp* e *oxoplasma gondii causa*) com os MPs, esta associação resulta na formação de biofilmes nos MPs e a ingestão dessas substâncias pode ocasionar infecções estomacais.

Assim, a ingestão destas partículas de plástico tem impactos físicos e químicos nos tratos digestivos do organismo, bem como, em alguns casos, induzem respostas imunotoxicológicas, inibem o crescimento, alteram a expressão gênica e causam morte celular (POLIDORO et al., 2022). Alguns mecanismos de entrada de MPs através da mucosa intestinal são: penetração direta na mucosa intestinal quando misturadas com

outros conteúdos intestinais, engolfadas pelas células-M especializadas do tecido linfóide intestinal, ou absorção direta, dependendo da extensão da aderência à membrana mucosa gastrointestinal, ou podem passar facilmente pela mucosa intestinal por transportes transcelulares e paracelulares (RAHMAN et al., 2021).

Esta exposição a MPs através da ingestão pode levar a uma resposta inflamatória, reduzir a secreção de muco intestinal, danificar a função de barreira intestinal levando ao aumento da permeabilidade da mucosa intestinal, desencadear um desequilíbrio da microbiota intestinal e alterar o metabolismo, como a lipogênese, síntese de triglicerídeos (RAHMAN et al., 2021). Dessa forma, são necessárias maiores discussões e pesquisas sobre a contaminação dos alimentos por MPs, colaborando com a saúde humana e segurança dos alimentos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A embalagem plástica é o material que protege os alimentos contra contaminações adversas e possui grande importância na segurança dos alimentos. O material da embalagem, também, deve ser cuidadosamente especificado para que não se torne um veículo de contaminação, os materiais das embalagens não são totalmente inertes e podem transferir substâncias indesejadas para o alimento. Como citado por estudos, algumas embalagens plásticas produzidas a partir de polietileno, polietileno tereftalato e poliestireno, podem transferir MPs para os alimentos, contaminando-os. Sendo assim, os MPs exibem alto potencial de risco a segurança dos alimentos, e são ingeridos inconscientemente, muitas vezes, por não poder ser vistos a olho nu.

A contaminação dos alimentos com os MPs ocorre devido ao contato embalagem/ alimento e pelo processo de degradação (fragmentação) das embalagens, quando submetidas a algumas condições ambientais (radiação UV, calor, umidade). Assim, os MPs são liberados e migram para os alimentos, resultando na contaminação microplástica. Além da contaminação dos alimentos, a utilização destas embalagens proporciona o aumento do consumo de MPs pelo homem e, conseqüentemente, afeta à saúde humana com efeitos químicos, físicos e biológicos.

Os estudos expostos na literatura ainda são poucos e limitados, assim são necessários mais estudos para abordar outros tipos de alimentos recorrentemente



ingeridos pelo homem e enfatizar a segurança dos alimentos contra a contaminação por MPs.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelas bolsas de estudo concedidas.

## REFERÊNCIAS

- AFRIN, S. et al. Are there plastic particles in my sugar? A pioneering study on the characterization of microplastics in commercial sugars and risk assessment. **Science of the Total Environment**, v. 837, 155849, 2022. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155849>.
- BELO, I.C.B. et al. Microplásticos, seus Impactos no Ambiente e Maneiras Biodegradáveis de Substituição. **Revista Internacional de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 214-228, 2021. <https://doi.org/10.12957/ric.2021.54481>.
- BUGATTI, C. et al. Microplásticos e nanoplásticos e sua relevância na saúde humana: uma revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, e6712139302, 2023. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39302>.
- CAIXETA, D.S. et al. Nano e microplásticos nos ecossistemas: impactos ambientais e efeitos sobre os organismos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 19-34, 2018. [http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio\\_2018A92](http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2018A92).
- COX, K. et al. Human consumption of microplastics. **Environmental Science & Technology**, v. 53, n. 12, p. 7068–7074, 2019. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01517>.
- FEITOSA, J.G.; ANDRADE P.L. Segurança dos alimentos e ferramentas da qualidade. **Enciclopédia Biosfera**, v.19, n.39, p. 5-19, 2022. [https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2022A21](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2022A21).
- GARCIA-GARCIA, D. et al. Innovative solutions and challenges to increase the use of Poly (3-hydroxybutyrate) in food packaging and disposables. **European Polymer Journal**, v. 178, 111505, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111505>.
- HE, Y.-J. et al. Migration of (non-) intentionally added substances and microplastics from microwavable plastic food containers. **Journal of Hazardous Materials**, v. 417, 126074, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126074>.
- HEE, Y.Y. et al. The effect of storage conditions and washing on microplastic release from food and drink containers. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 32, 100826, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100826>.



- JADHAV, E.B. et al. Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 16, 100608, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100608>.
- JONES, F. A ameaça dos microplásticos. **Revista Pesquisa FAPESP**, Edição 281, 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-ameaca-dos-microplasticos/>. Acessado em 20 de janeiro de 2023.
- KEDZIERSKI, M. et al. Microplastic contamination of packaged meat: occurrence and associated risks. **Food Packaging and Shelf Life**, v.24, 100489, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100489>.
- KUTRALAM-MUNIASAMY, G. et al. Branded milks – Are they immune from microplastics contamination? **Science of the Total Environment**, v. 714, 136823, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136823>.
- LIN, Q. et al. Potential risk of microplastics in processed foods: Preliminary risk assessment concerning polymer types, abundance, and human exposure of microplastics. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 247, 114260, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.114260>.
- LUCIO, F.T. et al. Disponibilidade e influência dos microplásticos nos seres vivos e ambiente: uma revisão. **Conexão Ciência**, v. 14, n. 1, p. 47-55, 2019. <https://doi.org/10.24862/ccco.v14i1.908>.
- MARAZUELA, M. D. et al. Safety assessment of commercial antimicrobial food packaging: Triclosan and microplastics, a closer look. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 31, 100780, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100780>.
- Medical News Today. Microplásticos em alimentos: Entenda o problema e como diminuí-lo. **Dr Jairo Bouer**, 2022. Disponível em: <https://doutorjairo.uol.com.br/leia/microplasticos-em-alimentos-entenda-o-problema-e-como-diminui-lo/>. Acessado em 23 de janeiro de 2023.
- MONTAGNER, C.C. et al. Microplásticos: ocorrência ambiental e desafios analíticos. **Química Nova**, v. 44, n. 10, 2021. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170791>.
- MUHID, M.I. et al. Occurrence of microplastics in tap and bottled water, and food packaging: A narrative review on current knowledge. **Science of The Total Environment**, v. 865, 161274, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161274>.
- OLIVATTO, G.P. et al. Microplásticos: contaminantes de preocupação global no antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, 2018. <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20180125>.



- PACK, E.C. et al. Determination of the migration of plastic additives and non-intentionally added substances into food simulants and the assessment of health risks from convenience food packaging. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 30, 100736, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100736>.
- PADULA, M.; ITO, D. Embalagem e segurança dos alimentos. **Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens**, v. 18, n. 2, 2006. Disponível em: [https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v18n2/v18n2\\_artigo2.pdf](https://ital.agricultura.sp.gov.br/arquivos/cetea/informativo/v18n2/v18n2_artigo2.pdf). Acessado em 25 de janeiro de 2023.
- PAS Campo. Boas Práticas Agrícolas para Produção de Alimentos Seguros no Campo: perigos na produção de alimentos. Brasília, DF: **Embrapa Transferência de Tecnologia**, 2005. (Série Qualidade e segurança dos alimentos). Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18257/1/BOASPRATICA\\_SAGROPperigosvegetal.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18257/1/BOASPRATICA_SAGROPperigosvegetal.pdf). Acessado em 25 de janeiro de 2023.
- POLIDORO, B. et al. A screening-level human health risk assessment for microplastics and organic contaminants in near-shore marine environments in American Samoa. **Heliyon**, v. 8, e09101, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09101>.
- RAHMAN, A. et al. Potential human health risks due to environmental exposure to nano- and microplastics and knowledge gaps: A scoping review. **Science of The Total Environment**, v. 757, 143872, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>.
- SHRUTI, V.C. et al. First study of its kind on the microplastic contamination of soft drinks, cold tea and energy drinks - Future research and environmental considerations. **Science of The Total Environment**, v. 726, 138580, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138580>.
- SILVA, D.C. et al. Contaminantes ambientais: efeitos dos microplásticos em organismos aquáticos e terrestres. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, e54310716761, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16761>.
- SOBHANI, Z. et al. Microplastics generated when opening plastic packaging. **Scientific Reports**, v. 10, n. 4841, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61146-4>.
- TAVELLI, R. et al. Foodborne pathogens in the plastisphere: Can microplastics in the food chain threaten microbial food safety? **Trends in Food Science & Technology**, v. 129, p. 1-10, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.08.021>.
- UBEDA, S. et al. Migration studies and toxicity evaluation of cyclic polyesters oligomers from food packaging adhesives. **Food Chemistry**, v. 311, 125918, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125918>.
- WINKLER, A. et al. Does mechanical stress cause microplastic release from plastic water bottles? **Water Research**, v. 166, 115082, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115082>.



## PRÁTICAS DE BIOSSEGURIDADE EM GRANJAS AVÍCOLAS COM FINALIDADE PARA CORTE NA ILHA DO MARANHÃO

BIOSECURITY PRACTICES IN POULTRY FARMS FOR THE PURPOSE OF BUTTING IN ILHA DO MARANHÃO

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-9

Naene Araújo Pereira<sup>1</sup>  
Mariana Santos Nunes<sup>1</sup>  
Anna Karoline Amaral Sousa Guimarães<sup>2</sup>  
Brígida Celeste Aranha Lopes<sup>3</sup>  
Danilo Cutrim Bezerra<sup>4</sup>  
Francisco Carneiro Lima<sup>4</sup>  
Nancyleni Pinto Chaves Bezerra<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduandas do Curso de Zootecnia. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

<sup>2</sup> Doutoranda em Defesa Sanitária Animal. Programa de Pós-Graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal – UEMA

<sup>3</sup> Mestre em Defesa Sanitária Animal. Programa de Pós-Graduação Profissional em Defesa Sanitária Animal – UEMA

<sup>4</sup> Professores Adjuntos do Departamento de Zootecnia. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

<sup>5</sup> Professora Adjunta do Departamento de Patologia. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

### RESUMO

No estado do Maranhão, a avicultura de corte comercial está em expansão no que se refere ao aumento do número de polos de criação e utilização de tecnologia (genética, alimentação e sanidade). Nesse cenário produtivo favorável, a utilização de técnicas de biosseguridade se faz necessária *em todo o ciclo de produção, para garantia da qualidade, conformidade e segurança dos produtos destinados ao consumo humano*. Nesse contexto, objetivou-se avaliar práticas de biosseguridade em granjas avícolas com finalidade para corte na Ilha do Maranhão. Como universo populacional da pesquisa foram avaliadas seis criações avícolas com finalidade comercial (*Gallus gallus domesticus*) localizada da Ilha do Maranhão. Para o levantamento das informações sobre biosseguridade foi utilizado um *checklist* que constituiu um roteiro para o acompanhamento das boas práticas de produção de frangos de corte, sendo selecionados dois tópicos: (i) biosseguridade e manejo; e, (ii) cama de aviário, excluindo demais itens (itens gerais; projeto técnico; e, planejamento da atividade). O trabalho foi delineado para a avaliação das principais

práticas de biosseguridade em granjas avícolas, sendo a quantidade de granjas amostradas representativa da área avaliada já que constituíram 100% delas. Com o *checklist* utilizado foram avaliadas sete variáveis e analisados 53 itens, em que 100% dos itens estavam em conformidade com as boas práticas de biosseguridade, nas seis granjas avaliadas. As práticas de biosseguridade implementadas evidenciam baixa exposição a riscos nas criações, já que 100% dos cuidados (itens) são realizados em conformidade com o roteiro utilizado em todas as granjas avaliadas.

**Palavras-chave:** Avicultura comercial. Boas práticas de produção. Manejo.

### ABSTRACT

In the state of Maranhão, commercial poultry farming is expanding with regard to the increase in the number of centers for creation and use of technology (genetics, food and health). In this favorable production scenario, the use of biosecurity techniques is necessary throughout the production cycle, to guarantee the quality, compliance and safety of products intended for



human consumption. In this context, the objective was to evaluate biosecurity practices in poultry farms with the purpose of cutting in Ilha do Maranhão. As a populational universe of the research, six poultry farms for commercial purposes (*Gallus gallus domesticus*) located on the Island of Maranhão were evaluated. To collect information on biosecurity, a checklist was used, which constituted a roadmap for monitoring good production practices for broiler chickens, with two topics selected: (i) biosecurity and management; and, (ii) poultry litter, excluding other items (general items; technical design; and activity planning). The work was designed to evaluate the main

biosecurity practices in poultry farms, with the number of sampled farms being representative of the evaluated area, since they constituted 100% of them. With the checklist used, seven variables were evaluated and 53 items were analyzed, in which 100% of the items were in accordance with good biosecurity practices, in the six evaluated farms. The implemented biosecurity practices show low exposure to risks in the creations, since 100% of the care (items) is carried out in accordance with the script used in all evaluated farms.

**Keywords:** Commercial poultry. Good production practices. Management.

## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é responsável por grande parte do desenvolvimento econômico do País. O setor possui papel essencial na balança comercial, além de ser um importante gerador de emprego e renda (UBABEF, 2013). Nesse panorama produtivo, tem destaque a avicultura com finalidade para corte que impressiona pelo dinamismo e competência conquistada nas últimas décadas (CIELO; ROCHA JÚNIOR; SÁNCHEZ-CANEVESI, 2019).

O incremento de produtividade associado à coordenação de todos os elos da cadeia avícola, possibilitou ao Brasil conquistar posição de destaque: (i) primeira colocação no *ranking* dos países exportadores de carne de frango; e, (ii) terceira posição entre os maiores produtores mundiais de carne de frango, atrás apenas dos Estados Unidos da América (EUA) e China (BRAZILIANCHICKEN, 2020; CIELO; ROCHA JÚNIOR; SÁNCHEZ-CANEVESI, 2019). A carne de frango produzida no País é comercializada em mais de 130 países e injeta um valor superior a US\$ 2 bilhões anuais na economia brasileira (MAPA, 2014; ABPA, 2017).

Em um contexto atual, o setor avícola é de fundamental importância para a economia brasileira (CIELO; ROCHA JÚNIOR; SÁNCHEZ-CANEVESI, 2019). O setor é representado por dezenas de milhares de produtores integrados, centenas de empresas beneficiadoras e dezenas de empresas exportadoras. A atividade avícola emprega mais de 3,6 milhões de pessoas, direta e indiretamente e responde por quase 1,5% do produto interno bruto (PIB) nacional. No ano de 2020, a produção avícola brasileira chegou à marca histórica de 55.33 milhões de toneladas

(BRAZILIANCHICKEN, 2020). Adicionalmente, o setor é responsável pelo abastecimento do mercado nacional de carnes se consagrando como a fonte de proteína animal mais consumida, além de gerar receitas cambiais para o País (UBABEF, 2013).

Apesar da avicultura de corte está pulverizada em todo o território brasileiro, a produção está mais concentrada no Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo, os quais produziram, conjuntamente, no ano de 2016, 72,96% da produção comercial, calculada em 12,9 mil toneladas. Entre os Estados produtores, o Paraná detém o título de maior produtor e exportador nacional, respondendo por 35,46% do total produzido nacionalmente e por 35,85% das exportações de carne de frango do País (ABPA, 2017).

O Maranhão é o segundo estado da região Nordeste em produção de grãos, apresentando grande potencial para o crescimento do setor avícola. Desde o ano de 2015, várias políticas públicas estaduais buscaram incentivar a instalação de indústrias avícolas no Estado, sobretudo, devido a sua capacidade produtiva de grãos e potencial para crescimento da atividade avícola (SILVA et al., 2022).

A produção de frango cresce no Maranhão e o governo incentiva a atividade no Estado, por meio do programa ‘Mais Avicultura’. Entre as iniciativas, a concessão de benefícios fiscais para produtores de carne derivada do abate de frango e de ovos férteis ou não. A redução nas alíquotas interestaduais torna os produtos mais baratos para quem quer comprar no Maranhão, aumentando a competitividade em relação aos outros (GOVERNO DO MARANHÃO, 2017).

Com as perspectivas de crescimento e investimentos na avicultura maranhense, estão sendo criados três polos do frango, considerando a condição integrada de produção, são eles: (i) a área que vai do município de Itapecuru-Mirim a Capinzal do Norte e inclui municípios como Vargem Grande, Coroatá e Nina Rodrigues; (ii) o eixo Parnaíba que já apresenta grandes aviários instalados, com utilização de tecnologia avançada e com grandes possibilidades de crescimento nos próximos anos; (iii) Balsas que integra o MATOPIBA (formado pelos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), área geográfica caracterizada pela expansão de uma nova fronteira agrícola no Brasil, fundamentada na utilização de tecnologias modernas de alta produtividade. A iniciativa vai potencializar o crescimento da avicultura em cidades próximas ao



município de Balsas, onde já é possível encontrar fábrica de ração e produção de ovos e pintainhos (GOVERNO DO MARANHÃO, 2017).

O dinamismo e desenvolvimento do setor avícola brasileiro e maranhense, conforme supracitado, são fruto de uma série de fatores empregados nas criações. Para Zilli (2003), MacDonald e Korb (2006) e Jesus Junior et al. (2007), as inovações tecnológicas na área de genética, nutrição, equipamentos e manejo sanitário, aliadas à implantação do sistema de produção por meio de contratos de integração entre produtores rurais e agroindústria são fatores de destaque na avicultura com finalidade para corte.

No cenário atual da avicultura mundial, a biossegurança é essencial no controle de doenças de grande impacto econômico e com elevados índices de morbidade e mortalidade, como influenza aviária, doença de new castle, doença de marek, boubá aviária entre outras. Nesse contexto, os envolvidos na atividade (empresários, agricultores familiares e profissionais) são cada vez mais obrigados a priorizar a biossegurança, no sentido, de garantir a rentabilidade dos empreendimentos avícolas e qualidade dos produtos. Além disso, outro fator relevante é o mercado consumidor, que tem se tornado exigente em relação aos produtos de origem animal (INATA BIOLÓGICOS, 2019).

Por biossegurança entende-se um conjunto de medidas que visam impedir e controlar a entrada de micro-organismos patogênicos, e caso o agente etiológico ingresse nas criações, direciona o que fazer para contê-los e evitar que eles se disseminem. Dessa forma, tais medidas devem ser vistas como um programa, em que todos os procedimentos implementados atuam de forma integrada, garantindo a sanidade das criações e melhores índices zootécnicos e econômicos (INATA BIOLÓGICOS, 2019). Para Rosales (2018), a biossegurança não é puramente uma área técnica, mas um dos pilares do sistema de produção para conseguir o máximo de retorno dos investimentos feitos em outra área. Nesse contexto, objetivou-se com o estudo avaliar práticas de biossegurança em granjas avícolas com finalidade para corte na Ilha do Maranhão.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreendeu a Ilha do Maranhão - MA formada pelos municípios de Paço do Lumiar (Área= 124,753 Km<sup>2</sup>; Localização: 44,1°S e 2,53°W), Raposa (Área= 64,353 km<sup>2</sup>; Localização: 44,1°S e 2,42°W), São José de Ribamar (Área= 388,369 km<sup>2</sup>; Localização: 44,05°S e 2,56°W) e São Luís (Área= 834,780 km<sup>2</sup>; Localização: 44,3°S e 2,52°W), totalizando 1.412.255 km<sup>2</sup> de área estudada. Os quatro Municípios apresentam conjuntamente uma população aproximada de 1.094.868 habitantes e integram a região metropolitana do estado do Maranhão (IBGE, 2017).

A delimitação da área de estudo deu-se por amostragem não probabilística intencional. Trata-se de um estudo quali-quantitativo, com delineamento descritivo e abordagem exploratória e analítica.

### 2.2. AMOSTRA DA PESQUISA

Como universo populacional da pesquisa foram avaliadas seis (06) criações avícolas com finalidade comercial (*Gallus gallus domesticus*) cadastradas no órgão de defesa do estado do Maranhão, a Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Maranhão (AGED-MA), totalizando 100% das criações avícolas na área avaliada. O estudo seguiu o mesmo desenho amostral realizado por Luz e Pedroso (2016).

### 2.3. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES SOBRE BIOSSEGURIDADE NAS GRANJAS AVÍCOLAS

Para o levantamento das informações sobre biosseguridade nas granjas avícolas foi utilizado o *checklist* elaborado por Ávila et al. (2007) que constitui um roteiro para o acompanhamento das boas práticas de produção de frangos de corte, sendo selecionado apenas dois tópicos: (i) biosseguridade e manejo; (ii) e, cama de aviário.

O roteiro foi preenchido no momento das visitas *in locu* às granjas avícolas, por um único pesquisador para garantia da uniformidade das respostas, mediante observação das instalações e das práticas rotineiras dos colaboradores envolvidos nas atividades atinentes à produção e, também da avaliação documental.

As variáveis observadas foram: (i) localização do aviário, isolamento e portaria – constituída por 11 itens; (ii) cuidados na aquisição dos pintos – cinco itens; (iii) preparo do aviário para recebimento dos pintos – seis itens; (iv) cuidados gerais com a saúde dos



frangos – 13 itens; (v) limpeza e desinfecção – oito itens; (vi) outras práticas inerentes ao manejo de produção – seis itens; e, (vii) cama de aviário – quatro itens.

Cada variável do *checklist* foi registrada, bem como sua conformidade (prática observada de acordo com o estabelecido no roteiro) ou a não conformidade (prática em desconformidade com o estabelecido). Portanto, o critério utilizado para identificar as granjas avícolas com possível exposição a má execução de algumas das boas práticas de biossegurança foi a apresentação de algum tipo de inconformidade.

## 2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva, com ênfase à distribuição de frequências absoluta e relativa.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o *checklist* utilizado foram avaliadas sete variáveis e analisados 53 itens, em que 100% dos itens estavam de acordo com as boas práticas de biossegurança nas seis granjas avaliadas. nesse interim é importante citar que a grande evolução pela qual a avicultura brasileira passou decorre de diversos fatores (ZILLI, 2003; MACDONALD; KORB, 2006; JESUS JUNIOR et al., 2007), como o emprego de novas tecnologias em construções e ambiência (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2017).

### 3.1. LOCALIZAÇÃO DO AVIÁRIO, ISOLAMENTO E PORTARIA

Referente a variável “localização do aviário, isolamento e portarias” foram avaliados 11 itens em que 100% (n= 11) estavam conformes. Foram constatados, nas visitas, recipientes com solução desinfetante para a desinfecção dos calçados (Quadro 1). Adicionalmente, em todas as granjas são utilizados propés descartáveis e de uso individual para acesso aos aviários. Jaenisch (1998) afirma que todos os acessos ao aviário devem possuir um recipiente (pedilúvios) com solução desinfetante para que as pessoas desinfetem os calçados.

Quadro 1 - Localização dos aviários, isolamento e portaria referente a seis granjas avícolas da Ilha do Maranhão

LOCALIZAÇÃO DO AVIÁRIO, ISOLAMENTO E PORTARIA	GRANJAS (n= 6)	
	Conforme	Não conforme
O estabelecimento para produção de frango de corte está situado em local com reduzida movimentação de veículos, pessoas e animais, delimitado por cercas de segurança, com um único acesso, respeitando as distâncias mínimas entre os estabelecimentos avícolas, definidas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA)?	6	0
As instalações estão providas de cerca de isolamento em volta do galpão ou do núcleo, com um/ afastamento mínimo de 5m, para evitar a entrada de animais domésticos ou selvagens?	6	0
Avisos de restrição à entrada de pessoas não pertencentes ao quadro de funcionários na propriedade estão adequadamente disponibilizados?	6	0
Os veículos são desinfectados antes da entrada no sistema de produção?	6	0
No acesso ao local do aviário existe o arco de aspersão ou outro dispositivo similar para limpeza e desinfecção dos veículos?	6	0
As instalações apresentam teto, piso, paredes, beirais e calçadas lisas e seguras para facilitar a limpeza, higienização e o conforto das aves?	6	0
O aviário apresenta fechamento adequado, com proteção de tela, de modo a prevenir entrada de animais?	6	0
O pedilúvio na entrada do aviário ou sistema de produção é utilizado corretamente?	6	0
São feitos registros de acesso de pessoas no sistema de produção?	6	0
As informações para controle zootécnico e sanitário do lote estão registradas em fichas específicas?	6	0
As fichas para controle das informações técnicas são guardadas em local apropriado por período mínimo dois anos?	6	0

Fonte: Adaptado de Ávila et al. (2007).

De acordo com a Instrução Normativa (IN) nº 04, sancionada em 30 de dezembro de 1998, que aprova as normas para registro e fiscalização dos estabelecimentos avícolas, o estabelecimento para produção de frango de corte deve ter localização geográfica adequada (situado em local tranquilo, com reduzida movimentação de veículos, pessoas e animais), devendo ser respeitadas as distâncias mínimas entre os estabelecimentos avícolas. Consta no capítulo IV, item 2 desse ato normativo que o estabelecimento deve: “estar protegido por cercas de segurança e com um único acesso, dotado de rodolúvio e/ou equipamentos para lavagem e desinfecção dos veículos”. E, no item 3 do mesmo capítulo que o estabelecimento deve: “possuir critérios para o

controle rígido de trânsito e acesso de pessoas (portões/portas e etc.)” (BRASIL, 1998). Todas as granjas avaliadas seguem o dispositivo legal brasileiro.

Os aviários das seis granjas são construídos com materiais que permitam limpeza e desinfecção e possuem superfícies lisas. Apresentam fechamento adequado, com proteção de tela para evitar a entrada de animais domésticos e silvestres, além de pássaros e roedores (Figura 1).

Figura 1 - Proteção de tela em aviário de uma granja avícola da Ilha do Maranhão



Fonte: A autoria própria.

As granjas visitadas apresentam locais adequados para arquivamento de registros e fichas para controle zootécnico e sanitário (data de alojamento, número de aves alojadas, atividades de trânsito das aves, ações sanitárias, utilização de vacinas e medicamentos administrados, mortalidade diária do lote, entre outras) (Figura 2). Esses registros ficam disponíveis para consulta da AGED/MA (serviço oficial) por um período de dois anos.

Figura 2 -Ficha de alojamento de frangos com finalidade para corte em uma granja avícola da Ilha do Maranhão

Fonte: Autoria própria.

### 3.2. MANEJO DOS PINTOS

Na variável “manejo dos pintos” foram avaliados cinco itens em que 100% estavam conformes nas seis granjas avaliadas (Quadro 2).

Quadro 2 - Cuidados implementados em seis granjas avícolas da Ilha do Maranhão quanto da aquisição dos pintainhos

CUIDADOS NA AQUISIÇÃO PINTOS	GRANJAS (n= 6)	
	Conforme	Não conforme
O incubatório de origem dos pintainhos é registrado no MAPA?	6	0
Todas as aves são vacinadas, ainda no incubatório, contra a doença de Marek?	6	0
O transporte dos pintainhos do incubatório até o local de alojamento é realizado em veículos higienizados e climatizados?	6	0
O transporte interestadual dos pintainhos é acompanhado do GTA – Guia de Transporte de Aves?	6	0
Os pintainhos apresentam-se saudáveis e uniformes?	6	0

Fonte: Adaptado de Ávila et al. (2007).

Os pintinhos adquiridos nas seis granjas são oriundos de incubatórios registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) que procedem a vacinação obrigatória contra a doença de Marek (DM) nas aves de um (1) dia (BRASIL, 1998). Então, eles são transportados até o local do alojamento em veículos higienizados, com vistas a garantia do bem-estar animal.

A DM apresenta etiologia vital e entrou para a lista de doenças que requerem notificação obrigatória mensal de qualquer caso confirmado, passíveis da aplicação de medidas de defesa sanitária animal (CARVALHO et al., 2020). As principais fontes de infecções para o vírus são animais portadores da doença (galinhas domésticas,

codornas, perus, faisões e patos) que eliminam constantemente o agente etiológico no meio ambiente por meio da descamação dos folículos da pena, ocorrendo o contato direto com as aves, ou até mesmo o contato indireto por meio de camas reutilizadas e contaminadas (WITTER et al., 2005). A vacinação contra a DM é obrigatória para todas as galinhas e frangos industriais no Brasil (2008) e tem resultado em controle eficiente na ocorrência da doença. A vacinação no primeiro dia de vida (ainda no incubatório) é feita via subcutânea.

Os pintinhos são oriundos de outros estados e para o transporte interestadual, são acompanhadas da guia de trânsito animal (GTA), documento oficial para transporte animal no Brasil que contém as informações sobre origem, destino e condições sanitárias, bem como a finalidade do transporte. Durante o alojamento, permanecem no aviário apenas pintinhos com características saudáveis, umbigo bem cicatrizado e sem deformidades.

### 3.3. PREPARO DO AVIÁRIO PARA RECEBIMENTO DOS PINTOS

Na variável “preparo do aviário para recebimento dos pintos” foram avaliados seis itens e 100% estavam conformes nas seis granjas avaliadas (Quadro 3).

Quadro 3 - Preparo dos aviários em seis granjas avícolas da Ilha do Maranhão para recebimento dos pintos

PREPARO DO AVIÁRIO PARA RECEBIMENTO DOS PINTOS	GRANJAS (n= 6)	
	Conforme	Não conforme
Após a retirada da cama velha, limpeza e desinfecção do piso, paredes, telas, cortinas e equipamentos, é mantido vazio sanitário de no mínimo 10 dias no aviário?	6	0
Os equipamentos em uso apresentam bom estado de conservação e manutenção para propiciar correto funcionamento?	6	0
Cortinas, sistemas de ventilação e exaustão, aquecedores, bebedouros e comedouros são revisados e aferidos antes do alojamento dos pintainhos?	6	0
Bebedouros e comedouros são abastecidos com antecedência ao alojamento dos pintainhos?	6	0
A temperatura na área de alojamento dos pintainhos está ajustada para no máximo 32°C no primeiro dia?	6	0
As caixas de transporte (papelão) dos pintainhos são incineradas imediatamente após o alojamento?	6	0

Fonte: Adaptado de Ávila et al. (2007).

Após o período de vazio das instalações (que acontece em média por 15 dias), os aviários são preparados para recebimento dos novos lotes. Nesse momento, a cama é distribuída em todo aviário a uma altura uniforme entre 8 a 10 cm. No pinteiro, utiliza-



se cama de aviário nova ou são colocados pelo menos 2 cm de espessura de cama nova sobre aquela reutilizada. Também, são confirmadas as boas condições das instalações e equipamentos antes de proceder a última desinfecção do aviário. São verificadas: (i) telas em condições de uso; (ii) comedouros e bebedouros limpos e desprovidos de vazamentos; (iii) cama com espessura e qualidade adequada; e, (iv) ausência de roedores.

No pinteiro (área de alojamento dos pintainhos) os bebedouros e comedouros são abastecidos com quantidade suficiente para os animais. O manejo das cortinas do aviário (abertura ou fechamento) ocorre em função da presença de gases, da variação de temperatura e da ocorrência de ventos fortes e chuvas na área geográfica.

### 3.4. CUIDADOS GERAIS COM A SAÚDE DOS FRANGOS

Na variável “cuidados gerais com a saúde dos frangos” foram avaliados 13 itens em que 100% estavam conformes nas granjas avaliadas (Quadro 4).

Quadro 4 - Cuidados gerais com a saúde dos frangos para recebimento dos pintos em seis granjas avícolas da Ilha do Maranhão

CUIDADOS GERAIS COM A SAÚDE DOS FRANGOS	GRANJAS (n= 6)	
	Conforme	Não conforme
O plantel possui assistência médica veterinária?	6	0
São feitas constantes avaliações dos riscos de contaminação para todo e qualquer objeto que precise ser introduzido no sistema de produção?	6	0
As aves alojadas no mesmo aviário de um sistema de produção ou núcleo de produção são de mesma procedência e idade	6	0
O intervalo de alojamento entre lotes no mesmo núcleo do sistema de produção é respeitado?	6	0
Na fase inicial é feito a limpeza dos bebedouros e das bandejas para ração pelo menos duas vezes por dia?	6	0
Nas demais fases da criação os bebedouros são limpos e higienizados com a frequência recomendada?	6	0
O programa de vacinação assumido para o plantel segue as normativas indicadas pelo MAPA?	6	0
O monitoramento da saúde do plantel atende às normas específicas estabelecidas no regulamento de defesa sanitária animal?	6	0
Ocorreu mortalidade acima do esperado?	6	0
Em casos de alta mortalidade (acima de 10%) que não estejam relacionados diretamente as falhas de manejo ou alterações de temperatura são comunicadas imediatamente ao médico veterinário responsável ou as autoridades sanitárias da região?	6	0
Foram identificadas as causas da mortalidade?	6	0

CUIDADOS GERAIS COM A SAÚDE DOS FRANGOS	GRANJAS (n= 6)	
	Conforme	Não conforme
Foram tomadas medidas cabíveis de acordo com as recomendações dos órgãos oficiais?	6	0
Após a retirada da cama do aviário, é dado destino ou realizado manejo que impeça a criação de moscas?	6	0

Fonte: Adaptado de Ávila et al. (2007).

As aves são criadas no sistema “todos dentro, todos fora”, onde são alojados em um mesmo aviário, aves de igual procedência e idade. Avaliações sobre os riscos de contaminação para todo e qualquer objeto a ser introduzido no sistema de produção são constantes e só permitido após rigorosa desinfecção. Durante todo o ciclo de produção são implementados cuidados com a limpeza e organização do aviário e suas redondezas.

As aves refugo ou machucadas (Figura 3) são sacrificadas e destinadas à compostagem. Casos de alta mortalidade (acima de 10%) e não relacionados diretamente a falhas de manejo ou alterações de temperatura, são comunicados imediatamente ao médico veterinário responsável e ao serviço oficial. Apesar de não haver recorrência de mortalidade acima de 10% nas granjas avaliadas.

Figura 3 - Controle preventivo em uma granja avícola da Ilha do Maranhão para verificação de frangos mortos, machucados ou refugos



Fonte: Autoria própria.

Toda a criação de frangos está submetida ao monitoramento sanitário para as doenças de Newcastle e Influenza aviária (BRASIL, 2006), bem como para a salmonelose (BRASIL, 2003) e micoplasmose (BRASIL, 2001). A critério do serviço oficial, quando necessário, outras enfermidades podem ser incluídas no sistema de monitoramento. O fiscal estadual agropecuário da AGED/MA é o responsável pela fiscalização, supervisão e acompanhamento das atividades de monitoramento sanitário. O programa de vacinação contra as doenças das aves está concatenado à situação epidemiológica e sanitária do estado do Maranhão e de acordo com o serviço oficial. São utilizadas vacinas registradas e aprovadas pelo MAPA, de acordo com a legislação vigente.

### 3.5. LIMPEZA E DESINFECÇÃO

Na variável “limpeza e desinfecção” foram avaliados oito itens em que 100 % estavam conformes nas seis granjas avaliadas (Quadro 5).

Quadro 5 - Limpeza e desinfecção de aviários em seis granjas avícolas da Ilha do Maranhão

LIMPEZA E DESINFECÇÃO	GRANJAS (n= 6)	
	Conforme	Não conforme
A higienização do aviário, equipamentos e demais dependências são feitas imediatamente após a saída do lote?	6	0
A lavagem do aviário e de todos os equipamentos (comedouros, bebedouros, telas, cortinas, paredes) é realizada com água sob pressão?	6	0
As caixas d'água e encanamentos são lavados a cada lote de frangos, com detergente e desinfetante à base de cloro	6	0
Após a limpeza e desinfecção, o aviário fica fechado por pelo menos 10 dias sem a presença de animais (vazio das instalações)?	6	0
Dois dias antes do recebimento dos pintos, após distribuída a cama é feito nova desinfecção do aviário?	6	0
A desinfecção é feita com desinfetantes comerciais apropriados?	6	0
É feito rodízio do princípio ativo dos desinfetantes utilizados na limpeza e desinfecção das instalações e equipamentos?	6	0
Em caso de o plantel ter apresentado alta mortalidade, problemas de desempenho ou enfermidades, os procedimentos para limpeza e desinfecção no sentido de garantir o alojamento do próximo lote foram tomados de acordo com a recomendação do serviço oficial de sanidade.	6	0

Fonte: Adaptado de Ávila et al. (2007).

A higienização dos aviários, equipamentos (comedouros, bebedouros, telas, cortinas) e demais dependências (paredes, piso e teto) é realizada imediatamente após a saída de cada lote com água sob pressão, seguido da desinfecção com desinfetantes comerciais apropriados. Com regularidade é realizado rodízio do princípio ativo dos desinfetantes utilizados.



### 3.6. OUTRAS PRÁTICAS INERENTES AO MANEJO DA PRODUÇÃO

Na variável “outras práticas inerentes ao manejo da produção” foram avaliados oito itens em que 100% estavam conformes em todas as granjas avaliadas (Quadro 6).

No ambiente de criação são monitorados, o peso corporal (amostragem de 1% do lote) e o consumo médio de ração, comparando-os semanalmente ao padrão disponível em tabelas e manuais da linhagem e, quando necessário, medidas corretivas são realizadas.

Quadro 6 - Outras práticas inerentes ao manejo da produção de frangos de corte em seis granjas avícolas da Ilha do Maranhão

OUTRAS PRÁTICAS INERENTES AO MANEJO DA PRODUÇÃO	GRANJAS (n= 6)	
	Conforme	Não conforme
As densidades de alojamento e de criação atendem as normas de bem-estar das aves, considerando no máximo uma lotação de 38 kg/m <sup>2</sup> de frangos, no final do período de criação?	6	0
As práticas conduzidas buscam minimizar as doenças da produção como: morte súbita, problemas de pernas, calos de coxim plantar e peito?	6	0
O espaço e a altura dos comedouros e bebedouros disponíveis é de fácil acesso e adequado a idade e à densidade das aves?	6	0
As cortinas e os equipamentos para controle da temperatura, umidade e ventilação propiciam conforto necessário para às aves?	6	0
O programa de luz prevê pelo menos 4 horas de escuro por dia para repouso das aves?	6	0
A eliminação de pintos, quando necessário, é feita considerando o sacrifício humanitário, através do deslocamento cervical?	6	0

Fonte: Adaptado de Ávila et al. (2007).

Os pintainhos são distribuídos de forma homogênea em relação à fonte de calor, com livre acesso aos comedouros e bebedouros. As bandejas são abastecidas com pequenas quantidades de ração, várias vezes ao dia, assegurando um consumo à vontade (Figura 4). A regulagem dos equipamentos é realizada com frequência de acordo com a idade das aves (exemplo: a partir da segunda semana a base dos comedouros fica na altura do peito e a dos bebedouros pendulares na altura do dorso; quando os são do tipo nipple, esses ficam levemente acima da cabeça).



Figura 4 - Comedouro de uma granja avícola da Ilha do Maranhão abastecido com ração



Fonte: Autoria própria.

### 3.7. CAMA DE AVIÁRIO

A cama de aviário é todo o material que é disponibilizado sobre o piso dos galpões servindo como leito para as aves durante o ciclo de produção. Esta possui em sua composição uma mistura entre as excretas das aves, penas, restos de descamações da pele, ração e o material que inicialmente é utilizado sobre o piso (ANGELO et al., 1997; VIEIRA, 2011; FUKAYAMA, 2008). Na variável “cama de aviário” foram avaliados quatro itens em que 100 % estavam conformes (Quadro 7).

Quadro 7 - Cama de aviária utilizada em seis granjas avícolas da Ilha do Maranhão

CAMA DE AVIÁRIO	GRANJAS (n= 6)	
	Conforme	Não conforme
A cama nova é de origem conhecida, livre de fungos e de tratamentos químicos utilizados para a preservação da madeira?	6	0
A cama utilizada apresenta qualidade adequada como substrato para a absorção da água, incorporação das fezes, penas e contribui para a redução das oscilações de temperatura no galpão?	6	0
A cama para reutilização é devidamente tratada para redução dos riscos sanitários, com orientação técnica, respeitando intervalo de no mínimo 14 dias, entre lotes	6	0
A cama a ser reutilizada foi testada quanto à presença de micro-organismos como Salmonella sp.?	6	0

Fonte: Adaptado de Ávila et al. (2007).

A cama nova utilizada nas seis granjas tem origem conhecida e é livre de fungos. Os materiais utilizados integram os mais recomendados por Fukayama (2008) que são: maravalha, sabugo de milho triturado, cascas de arroz.

O período de permanência médio da cama de aviário é de 46 a 50 dias, com reutilização dela. O tratamento realizado para reutilização da cama de aviário é a mistura de cal virgem na cama usada, dias antes do alojamento dos pintos (Figura 5).

Figura 5 - Tratamento da cama de aviário com cal virgem para fins de reutilização em uma granja avícola da Ilha do Maranhão



Fonte: Autoria própria.

A reutilização da cama de aviário é uma prática que vem sendo utilizada e se tornou uma alternativa a ser considerada sempre que ocorrem dificuldades na obtenção de materiais utilizáveis como cama e, também como forma de reduzir o excesso desse resíduo para disposição no meio ambiente e como contrapartida, a redução do corte de árvores para este fim (CORREA; MIELI, 2010).

Virtuoso et al. (2015) relataram que a reutilização de cama de aviário deve ser analisada sob a ótica da sustentabilidade da produção, considerando os aspectos sanitários, ambientais e econômicos. Um dos maiores problemas encontrados nesse processo é a presença de micro-organismos, sendo que não pode ser evitada, mas deve ser minimizada pela adoção de métodos de redução de patógenos para este fim. Nas granjas avaliadas, constam informações sobre o controle de salmonelose.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas de biossegurança implementadas evidenciam baixa exposição a riscos nas criações, já que 100% dos cuidados (itens) são realizados em conformidade com o roteiro utilizado nas granjas avaliadas.

## REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual**. 2017. Disponível em: <http://www.abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-aneais>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- ANGELO, J. C. et al. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.
- AVILA, V. S. et al. **Boas práticas de produção de frangos de corte**. Circular Técnica, Concórdia, n. 51, set. 2007.
- AVICULTURA INDUSTRIAL. **Galpões climatizados: uma ferramenta eficiente aliada à alta produtividade**. 2017. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/galpoes-climatizados-uma-ferramenta-eficiente-aliada-a-alta-produtividade/20170201-144126-C248>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 04, de 30 de dezembro de 1998. Aprova as normas para registro e fiscalização dos estabelecimentos avícolas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 31 dez. 1998. Seção 1. p. 11.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 44, de 23 de agosto de 2001. Aprova as normas técnicas para o controle e a certificação de núcleos e estabelecimentos avícolas para a micoplasmose aviária (*Mycoplasma gallisepticum*, *synoviae* e *melleagridis*), em conformidade ao ANEXO desta Instrução Normativa. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, 23 mai. 2001. Seção 1. p. 68.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 78, de 03 de novembro 2003. Aprova as normas técnicas para controle e certificação de núcleos e estabelecimentos avícolas como livres de *Salmonella gallinarum* e de *Salmonella pullorum* e Livres ou Controlados para *Salmonella enteritidis* e para *Salmonella typhimurium*. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 05 de nov. 2003. Seção 1. p.3.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.º 17, de 07 de abril de 2006. Aprovar, no âmbito do Programa Nacional de Sanidade Avícola, o Plano Nacional de Prevenção da Influenza Aviária e de Controle e Prevenção da Doença de Newcastle Alterada Pela Instrução Normativa SDA - 16, DE 08/07/2014. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 04 abr. 2006. Seção 1. p.6.

- BRAZILIANCHICKEN. **Nossa história.** Disponível em: <https://brazilianchicken.com.br/industria-avicola/nossa-historia/>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- CARVALHO, V. de M. P. de. et al. Neurite por doença de marek em galinhas caipiras. In: PEREIRA, A. M.; REIS, S. S.; PEREIRA, W. M. R. **A pesquisa nos diferentes campos da medicina veterinária.** 3 ed. Ponta Grossa: Atena, 2020. 42-49 p.
- CIELO, I. D.; ROCHA JÚNIOR, W. F. DA; SÁNCHEZ-CANEVESI, F. C. Importância socioeconômica da integração avícola para os produtores da mesorregião oeste do Paraná. **Desenvolvimento em Questão**, v. 17, n. 49, p. 329-347, 2019.
- CORREA, J. C.; MIELI, M. A cama de aves e os aspectos agrônômicos, ambientais e econômicos. IN: \_\_\_\_\_ **Manejo ambiental na avicultura.** Cap. 3. 2010. Disponível em: <http://file:///C:/Users/Sandra/Downloads/a-cama-de-aves-e-os-aspcteos.pdf>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante.** 2008. 99f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo.
- GOVERNO DO MARANHÃO. **Produção de frango cresce no Maranhão.** 2017. Disponível em: <https://www3.ma.gov.br/producao-de-frango-cresce-no-maranhao/>. Acesso em: 08 out. 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades.** 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.com.br>. Acesso em: 08 out. 2022.
- INATA BIOLÓGICOS. Qual a importância e como garantir a biossegurança na avicultura? 2019. Disponível em: <https://blog.inata.com.br/biosseguridade-na-avicultura/>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- JAENISCH, F. R. F. **Biossegurança e cuidados sanitários para frangos. Instrução Técnica para o Avicultor.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1998.
- JESUS JUNIOR, C. de et al. **A cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades.** Agroindústria: BNDES Setorial, 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set2607.pdf>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- LUZ, G. E. da; PEDROSO, A. C. **Avaliação das práticas de biossegurança em granjas de frangos de corte no município de Realeza – PR.** 2016. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/416/1/LUZ.pdf>. Acesso em: 17 out. 2022.



- MACDONALD, J. M.; KORB, P. Agricultural contracting update: contracts in 2003. Electronic report from Economic Research Service (Usda). **Economic Information Bulletin**, n. 9, 2006. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Aves**. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves/noticias>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- ROSALES, A. G. **Establecimiento e Implementación de um Programa Efectivo de Bioseguridad**. In: XIV SEMINÁRIO INTERNACIONAL PATOLOGÍA Y PRODUCCIÓN AVIAR. Athens, Alabama, 2018. p. 8-20.
- SILVA, R. B. *et al.* Dinâmica do rebanho avícola no estado do Maranhão. **Revista Sustinere**, v. 10, n. 1, p. 24-21, 2022.
- UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual**. 2013. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/publicacoes>. Acesso em: 17 dez. de 2022.
- VIEIRA, M. de F. A. **Caracterização e análise da qualidade sanitária de camas de frango de diferentes materiais reutilizados sequencialmente**. 81 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- VIRTUOSO, M. C. da S. *et al.* **Reutilização da cama de frango**. **Revista eletrônica nutritime**, v. 12, n. 02, p. 3964 - 3979, 2015.
- WITTER, R. L. *et al.* Classification of Marek's disease viruses according to pathotype: philosophy and methodology. **Avian Pathology**, v. 34, n. 2, p. 75-90, 2005.
- ZILLI, J. B. **Os fatores determinantes para a eficiência econômica dos produtores de frango de corte: uma análise estocástica**. 2003. 130f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.



## BEM-ESTAR DE GALINHAS POEDEIRAS – REVISÃO

### WELFARE OF LAYING HENS – REVIEW

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-10

Ednar Antunes Sales<sup>1</sup>

Cristina Maria Lima Sá-Fortes<sup>2</sup>

Fabiana Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estudante de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

<sup>2</sup> Professora Associada do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

<sup>3</sup> Professora Adjunto do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

#### RESUMO

O conceito de bem-estar é amplo e possui relação com vários domínios com percepções distintas e fundamentais para uma vida equilibrada, dentre eles as necessidades básicas, liberdade, felicidade, adaptação, sentimentos, dor, ansiedade, medo e estresse. Para os animais o bem-estar iniciou-se com as “cinco liberdades de Brambell”, que busca assegurar que os animais tenham liberdade para: “virar-se”, “deitar-se”, “levantar-se”, “estirar seus membros” e “cuidar do seu próprio corpo”. Este foi o foco da ciência do bem-estar animal durante as décadas iniciais, atender as necessidades básicas do funcionamento biológico e/ou características físicas do ambiente, no entanto, verificou-se que mais que isso, há sofrimento quando os comportamentos naturais não são atendidos. A discussão sobre o bem-estar de galinha de postura é um tema debatido por organizações internacionais que tratam da saúde, bem-estar animal e da segurança alimentar. Aves criadas em gaiolas são alvo de críticas por essas organizações e agora pelos consumidores que com conhecimento em relação ao modo de criação, exigem adequações do setor de avicultura, para atender esta nova demanda por produtos de origem animal por quantidade, com qualidade e bem-estar.

**Palavras-chave:** Comportamento. Consumidor. Galinha. Ovo.

#### ABSTRACT

The concept of welfare is broad and has a relationship with several domains with distinct and fundamental perceptions for a balanced life, among them the basic needs, freedom, happiness, adaptation, feelings, pain, anxiety, fear and stress. For animals welfare began with the "five freedoms of Brambell", which seeks to ensure that animals have freedom to: "turn around", "lie down", "stand up", "stretch your limbs" and "take care of your own body". This was the focus of animal welfare science during the early decades, meeting the basic needs of biological functioning and/or physical characteristics of the environment, however, verified if more than that, there is suffering when natural behaviours are not met. The discussion on the welfare of laying hen is a topic debated by international organizations dealing with animal health, welfare and food security. Laying hen reared in cages are the target of criticism by these organizations and now by consumers who with knowledge about the mode of breeding, require adjustments of the poultry sector, to meet this new demand for products of animal origin by quantity, with quality and welfare.

**Keywords:** Behavior. Consumer. Laying hen. Egg



## 1. INTRODUÇÃO

O bem-estar animal tem gerado debates nas últimas décadas, com grande envolvimento científico, econômico, ético, cultural, social, religioso e político. O interesse do público em geral com relação à qualidade de vida dos animais cresce gradativamente e levanta questões morais e técnico-científicas (MARÍA, 2006; SPOONER *et al.*, 2014; LEMME, 2016). É um dos grandes desafios da agropecuária no mundo, junto com as questões ambientais e de segurança dos alimentos.

Não há um senso comum para a definição do bem-estar animal, mas segundo MOLENTO (2005), este pode ser definido através da correlação com conceitos sobre sentimentos diversos como liberdade, felicidade, adaptação, estresse, ou seja, a compreensão da sciência do animal e como conduzi-la para um estado mental de bem-estar. A sociedade contemporânea tem dado uma maior valorização ao bem-estar dos animais produzindo, implicações nos mais diversos âmbitos, sendo a produção animal um dos mais evidentes (MOYNAGH, 2000; GRANDIN, 2014). Segundo GRANDIN (2014), existem dois principais tipos de problemas de bem-estar animal, um associado às ações humanas, o qual inclui o abuso e a negligência, e o outro relacionado à inadequação de processos e/ou equipamentos, os quais devem ser modificados para a melhoria do bem-estar dos animais.

Dentre as criações zootécnicas, a avicultura de postura, tem sido frequente alvo de críticas da comunidade técnico-científica e consumidores em função do seu modelo de criação em gaiolas, com baixo bem-estar. Aves criadas em gaiolas ficam impossibilitadas de exercer atividades consideradas naturais, em função do espaço restrito, causando desconforto e estresse (NÄÄS, 2008). Neste modelo de criação atingir às cinco liberdades do bem-estar animal torna-se um desafio, e para atender a nova demanda do mercado consumidor por qualidade, onde o bem-estar animal está inserido (VAN HORNE e ACHTERBOSH, 2008), faz-se necessário mudanças no sistema de criação das aves de postura.

O grande desafio é atingir as metas de bem-estar das aves e manter a produção de ovos de galinha do mercado atual. Estudo em sistemas alternativos buscam atender o comportamento natural das aves de ciscar, empoleirar, reduzindo o estresse

ambiental, porém, há perdas de produtividade através do aumento de ovos trincados, sujos e redução da qualidade sanitária (NÄÄs, 2008).

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. BASES DO BEM-ESTAR ANIMAL

As bases teóricas da abordagem científica do bem-estar animal foram formuladas mais precisamente nas últimas cinco décadas sob a influência da jornalista Ruth Harrison, no ano de 1964, onde publicou uma série de reportagens no Reino Unido, que posteriormente foram reunidas no livro "Animal Machines", como sendo uma das primeiras a chamar atenção da população a respeito da intensificação da produção animal, sugerindo que os animais de produção eram tratados como máquinas inertes, ao invés de indivíduos vivos (VAN DE WEERD e SANDILANDS, 2008). O Parlamento Britânico estabeleceu no ano de 1965 o Comitê de Brambell, dirigido pelo professor F. Rogers Brambell, com o propósito de tratar questões relacionadas ao modo de criação dos animais, juntamente com o etólogo da Universidade de Cambridge, W.H. Thorpe, o qual enfatizou a importância de se compreender a biologia e as necessidades dos animais para que fosse possível melhorar o bem-estar dos mesmos (BROOM, 2011).

O marco histórico do surgimento do bem-estar animal como uma área do conhecimento foi a publicação do reconhecido relatório Brambell em 1965, intitulado "Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems" (BRAMBELL, 1965). Documento que foi resultado dos trabalhos deste comitê, estabelecido em resposta às preocupações da opinião pública sobre as condições com que os animais de fazenda eram mantidos em sistemas intensivos de criação na Grã-Bretanha, onde apresentou um diagnóstico das condições de criação, além da definição dos padrões mínimos que deveriam ser atendidos para um maior bem-estar destes animais.

O "Modelo dos Cinco Domínios", proposto por David Mellor, busca expressar dentro de cinco domínios as experiências positivas e negativas vividas pelos animais, sendo eles: i) nutrição - provisão de água, alimento e nutrientes essenciais aos mesmos; ii) ambiente - desafios ambientais aos quais os animais estão submetidos; iii) saúde - doenças, lesões e o comprometimento funcional que estas podem acarretar; iv) comportamento - possibilidade de expressarem comportamentos importantes para os



animais; e v) estados mentais - emoções e sentimentos positivos e negativos que o animal possa experimentar.

Segundo (MELLOR e STAFFORD, 2001), os primeiros quatro domínios representam os elementos físicos/funcionais do bem-estar animal e o quinto engloba o elemento mental. É de se esperar que o comprometimento em algum dos quatro primeiros domínios acarrete dano ao quinto domínio, ou seja, danos psicológicos ligados ao sofrimento (MELLOR, 2004). Para que o animal tenha altos níveis de bem-estar é preciso proporcioná-lo ausência de experiências negativas, bem como oportunidades de vivenciar experiências positivas (MELLOR, 2016). Mediante ao modelo proposto, para se ter uma ampla avaliação das condições de bem-estar para todos os cinco domínios, o animal precisa ser avaliado em experiências positivas e negativas.

O grande foco da ciência do bem-estar animal durante suas décadas iniciais foi no atendimento de necessidades básicas relacionadas ao funcionamento biológico e de certos recursos ou características físicas do ambiente (YEATES e MAIN, 2008; GREEN e MELLOR, 2011). Mas, com o passar do tempo e com o acúmulo de evidências científicas revelando que os animais poderiam sofrer quando suas necessidades comportamentais não fossem atendidas (DAWKINS, 1977, 1978), o importante papel das emoções e dos sentimentos para o bem-estar dos animais passou a ter uma consideração fundamental (DUNCAN, 1993, 1996). Diante disso, evitar o sofrimento e prover aquilo que o animal "prefere" (ou que demonstra motivação para obter) passaram a ser considerados como elementos essenciais na caracterização do bem-estar (DAWKINS, 1988, 1990). Portanto, deve ser definido de forma que permita pronta relação com outros conceitos, tais como: necessidades, liberdade, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde (BROOM; MOLENTO, 2004). Recomenda-se que o bem-estar dos animais seja expresso com base na qualidade de vida dos mesmos, sendo proposta uma classificação da qualidade de vida em: "uma vida que não mereça ser vivida", "uma vida que mereça ser vivida" e "uma vida boa" (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 2009).

## **2.2. SISTEMAS DE CRIAÇÃO DE AVES DE POSTURA E BEM-ESTAR**

O sistema de criação convencional é aquele em gaiolas, em galpões abertos ou fechados. Na União Europeia a Diretiva 88/166/CEE especificou um tamanho mínimo



para as gaiolas, e a Diretiva (1999/74/CE) estabeleceu padrões mínimos para o bem-estar de aves poedeiras nos diversos sistemas de criação, onde a recomendação é de que aves criadas em sistemas convencionais sejam alojadas em um espaço mínimo de 550 cm<sup>2</sup>/ave, além de proibir, desde janeiro de 2003 a construção de novas gaiolas. No Brasil o espaço disponível é de 350 a 450 cm<sup>2</sup>/ave, e nos Estados Unidos e países asiáticos são utilizados até 400 cm<sup>2</sup>/ave, (ALVES, 2006), podendo-se empilhar até sete gaiolas sobrepostas (FRANÇA e TINOCO, 2014). Neste sistema são utilizados os comedouros que percorrem toda extensão da gaiola, e bebedouros automáticos do tipo *nipple*. É o tipo de sistema mais difundido mundialmente e tem sido alvo de críticas relacionadas ao bem-estar animal, causando controvérsia devido à condição de vida que é dado às aves (ALVES *et al.*, 2007).

No sistema de criação alternativo ou extensivo temos o *free range*, o orgânico, o colonial ou tipo caipira, além do sistema *barn*, que prevê a criação em galpões, mas sem gaiolas (*cage free*), onde aves criadas em sistemas de alojamento alternativo, a densidade máxima é de 9 aves/m<sup>2</sup>, cama com 250 cm<sup>2</sup>/ave, ninho 1:7 aves e poleiros de 15 cm/ave PETERSSON *et al.*, (2016). Nestes sistemas o manejo deve ser realizado de forma calma, sem agitações, e é vedada qualquer prática que possa causar medo ou sofrimento aos animais, como a muda e a alimentação forçada.

Tendo em vista que a produção nacional consiste na criação de aves em sistemas tradicionais de confinamento, o bem-estar animal se tornou um desafio para os produtores que visam primariamente intensificar a produção (GRILLI *et al.*, 2015). Devido às imensas críticas ao sistema, a União Europeia (UE) desenvolveu o conceito de gaiolas enriquecidas. A Council Directive EC/74/1999 – principal norma de bem-estar animal de aves poedeiras –, de 19 de julho de 1999, onde normatizou que a partir de 1º de janeiro de 2012 a criação de poedeiras em gaiolas convencionais estaria proibido, devendo ser substituídas pelas gaiolas enriquecidas ou por sistemas alternativos. As gaiolas enriquecidas devem ter, entre outras características, um poleiro, um ninho e área de 750 cm<sup>2</sup> para cada poedeira (OFFICIAL JOURNAL OF EUROPEAN COMMUNITIES, 1999).

Mesmo com legislações que proibam o uso de gaiolas, ainda existem muitos países que não mudaram o sistema convencional e ainda utilizam estas instalações para criação de aves poedeiras (TAUSON, 2005). A preferência do uso por gaiolas em relação



ao sistema alternativo é relatada por vários autores pelo fato de apresentar vantagens como a facilidade na higienização das instalações e como consequência, a melhoria da sanidade das aves, custos de produção mais baixos, menor desperdício no consumo de ração, facilidade no manejo das aves, além da praticidade na coleta de ovos, pois seu chão de arame inclinado permite que os ovos postos rolem e caiam sobre uma calha transportadora que os leva para fora do aviário, onde serão devidamente preparados antes de serem comercializados. Além disso, a quantidade de ovos sujos é menor, pois os dejetos se depositam diretamente nas bandejas, equipadas com esteiras coletoras automatizadas, o que reduz os custos com mão de obra. Devido a todas essas vantagens citadas, os produtores acabam por deixar o bem-estar das aves, mantendo o sistema convencional (ALVES *et al.*, 2007).

A restrição do comportamento é uma das mais frequentes considerações em discussões sobre o bem-estar animal em sistemas intensivos (ALVES, 2006). Este é o grande alvo das críticas às baterias de gaiolas convencionais, pois estas se contrapõem a uma das cinco liberdades defendidas pela FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (2009) chamada de “liberdade para exercer seus padrões normais de comportamento”. A ausência de instalações semelhantes ao ambiente natural, como ninho, cama, poleiro e até mesmo um espaço para que essa ave se movimente normalmente e possa expressar seus comportamentos naturais, comprometem o seu bem-estar. O arame utilizado no piso das gaiolas é outro fator que causa desconforto nos pés das aves, podendo apresentar falhas no empenamento, excesso de crescimento de unhas e fragilidade na ossatura, causada pela pouca movimentação dentro da gaiola (TAUSON, 2005).

As galinhas, em condições naturais, são animais sociáveis, gregários, territoriais e passam boa parte do tempo ciscando a procura de insetos e sementes. Os comportamentos naturais e essenciais às aves de postura são tomar banhos de areia, fazer ninho para botar seus ovos, ter um lugar mais alto para alçar pequenos voos ou fugir de aves dominantes, esticar as asas, espojar-se, bicar objetos e forragear, atividades estas que propiciam adequado desempenho ósseo e da musculatura proporcionando saúde (SILVA *et al.*, 2021). Sendo assim, o ambiente de produção para todas as fases da vida das galinhas poedeiras deve ser projetado para atender as suas necessidades físicas e comportamentais, compatíveis com a manutenção do bem-estar. As instalações devem ser projetadas e conservadas para protegê-las de desconforto



térmico, medo e aflição, além de permitir que as aves expressem seu comportamento natural (SILVA *et al.*, 2021).

O Brasil tem buscado por adequações em relação à preocupação mundial com o bem-estar animal. Não há legislação de bem-estar animal específico para avicultura de postura no Brasil, mas existem protocolos de boas práticas que podem ser usados para atender os parâmetros de bem-estar na produção de ovos que são o “Protocolo de Boas Práticas de Produção de Ovos”, elaborado pela ABPA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL, 2008) e, a Circular Técnica nº 49 – “Boas Práticas de Produção na Postura Comercial”, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2004).

A produção de ovos oriundos de sistemas intensivos e ou convencionais, terá que se adaptar às novas mudanças no que diz respeito ao atendimento de mercados consumidores mais exigentes e conscientes de suas práticas de consumo, já que o bem-estar animal passou a ser considerado como um dos critérios de sustentabilidade nos sistemas de produção (MCGLONE, 2001). Um sistema pode se tornar insustentável, caso não seja aceito pela maioria das pessoas devido a problemas de bem-estar, pois os impactos causados ao meio ambiente e ao bem-estar dos animais refletem diretamente na qualidade dos produtos de origem animal que atualmente se dá pela ética na sua produção (BROOM, 2010).

### 2.3. BEM-ESTAR E O PERFIL DO CONSUMIDOR

O ovo é um alimento natural, com alto valor biológico e uma fonte relativamente barata de proteína (AMARAL *et al.*, 2016). No Brasil, os consumidores valorizam mais os quesitos nutricionais e sanitários, do que questões éticas em relação ao bem-estar animal, isto ocorre, pois o conhecimento dos consumidores sobre as condições em que os animais são criados é limitado (SILVA e BORGES, 2015). Estudos com consumidores brasileiros relatam que a maioria dos entrevistados não tem conhecimento suficiente sobre como é a criação de aves poedeiras e não priorizam como primeira opção o bem-estar das aves na hora da compra do ovo (QUEIROZ *et al.*, 2014).

Em estudo sobre o pensamento do consumidor em relação ao bem-estar na produção de ovos, no momento da compra, 37% dos consumidores não dão importância sobre como são produzidos os ovos, 32% levavam em consideração se são utilizados antibióticos na criação das aves, 26% preocupam se as aves são criadas de maneira cruel



ou não, outros 5% dos entrevistados disseram se preocupar com os aspectos relacionados acima, porém não tinham acesso à informações relativas à isso, para estabelecer critérios de compra (PASIAN e GAMEIRO, 2007).

Apesar do perfil do consumidor brasileiro caracterizar pouco conhecimento em relação ao bem-estar das galinhas poedeiras, nos últimos anos, há uma tendência por parte dos consumidores mais exigentes pela compra de produtos de origem animal que tenha um diferencial no manejo, principalmente no que se refere ao bem-estar das aves, uma vez que proporciona um aumento na área de alojamento do animal, dando maior liberdade de movimentação e conseqüentemente, em menor agressão ao meio ambiente (BUSNARDO e CASARTELLI, 2015). Diante do cenário ao qual se enquadra o consumidor brasileiro, o perfil socioeconômico e cultural do consumidor europeu difere muito do brasileiro, que através da opinião pública exige mudanças com mais veemência dentro nos sistemas de criação, favorecendo a construção de um ambiente jurídico e comercial para o estabelecimento de legislação e normas que salvaguardem o bem-estar animal.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Investir em bem-estar animal é essencial para agregar valor aos produtos, impulsionar a cadeia da avicultura de postura e principalmente uma questão ética. Para que os sistemas de criação possam se adequar ao que as aves de postura necessitam, será necessário um grande esforço dos profissionais da área das ciências agrárias, além de todos os envolvidos na cadeia da produção avícola. Conscientizar e educar o consumidor é fundamental para que estes possam opinar nas decisões de compra, pois sem o conhecimento sobre os sistemas de criação e bem-estar dos animais, não poderão diferenciar e valorizar os diferentes sistemas de produção, e o deixarão de exercer a sua influência cidadã sobre o modo de produção deles.

### REFERÊNCIAS

- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Protocolo de Boas Práticas de Produção de Ovo**, 2020. Disponível em <http://www.ubabef.com.br/publicacoes?m=82>. Acesso em: 14 fev 2023.
- ALVES, S.P. **Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação**. 128f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.



- ALVES, S.P; SILVA, I.J.O; PIEDADE, S.M.S. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n.5, p.1388-1394, 2007.
- AMARAL, G. F. et al. **Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES.** Rio de Janeiro: BNDES Setorial, p. 167-207, 2016.
- BRAMBELL, F.W.R. **Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems.** London: Her Majesty's Stationery Office; 1965.
- BROOM, Donald M. **Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public.** J Vet Med Educ. 37(1):83-8, 2010.
- BROOM, Donald M. **A history of animal welfare science.** Acta Biotheor. 59(2):121-37, 2011.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. **Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas revisão.** Archives Of Veterinary Science; 9, n. 2: 1-11, 2020.
- BUSNARDO, M.; CASARTELLI, E. M. **Caracterização do sistema produtivo e do mercado consumidor de frango caipira na região de Uberlândia.** In: IV Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal: Faculdade de Veterinária, Universidade Fluminense, 2015.
- DAWKINS, Marian. S. **Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare.** Appl Anim Behav Sci.;20 (3-4) 209-25, 1988.
- DAWKINS, Marian. S. **From an animal's point of view: Motivation, fitness, and animal welfare.** Behav Brain Sci. 13 (1):1-9, 1990.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de segurança e qualidade para avicultura de postura.** Brasília: Embrapa/Sede, 97 p., 2004.
- FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL (FAWC). **Farm Animal Welfare in Great Britain: Past, Present and Future.** Londres: Farm Animal Welfare Council; 2009.
- FRANÇA, L. G. F.; TINOCO, I. F. F. **Diagnóstico do ambiente aéreo e características dos dejetos em aviários de postura verticais com sistema de coleta das dejeções automatizados (“Manure Belt”).** In: XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA) Campo Grande, 2014.
- GRANDIN, Temple. **Animal welfare and society concerns finding the missing link.** Meat Science; 98 (3):461-9, 2014.
- GREEN T. C.; MELLOR, D. J. **Extending ideas about animal welfare assessment to include ‘quality of life’ and related concepts.** N. Z. Vet. J. 2011, 59, 316–324.



- GRILLI, C., LOSCHI, A. R., REA, S., STOCCHI, R., LEONI, L., & CONTI, F. **Welfare indicators during broiler slaughtering**. *British poultry science*, 56 (1), 1-5, 2015.
- LEMME, Celso Funcia. **Bem-estar animal e sustentabilidade corporativa: Uma agenda para a liderança empresarial brasileira**. In: Paranhos da Costa MJR, Sant'Anna AC (EE). *Bem-estar animal como valor agregado nas cadeias produtivas de carnes*. Jaboticabal: Funep; p. 7-14, 2016.
- MARÍA, Gustavo Adolfo. **Public perception of farm animal Welfare in Spain**. *Livestock Science*; 103 (3):250-6, 2006.
- MCGLONE, John J. **Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems**. *Livest Prod Sci.*;72(1-2):75-81, 2001.
- MELLO, R. D. J., STAFFORD K. J. **Integrating practical, regulatory and ethical strategies for enhancing farm animal welfare**. *Aust Vet J.*; 79 (11):762-8, 2001.
- MELLOR, David. J. Updating. **Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”**. *Animals (Basel)*; 6(3):21, 2016.
- MOLENTO, Carla Forte Maiolo. **Bem-estar animal: aspectos econômicos – Revisão**. *Archives of Veterinary Science*, v. 10, n. 1, 2005.
- MOYNAGH James. E. **Regulation and consumer demand for animal welfare**. *AgBioForum*;3 (2-3):107-14, 2000.
- NÄÄS, Irenilza Alencar. **Princípios de Bem-estar Animal e sua Aplicação na Cadeia Avícola**. *Biológico*, n.2, p.105-106, 2008.
- OFFICIAL JOURNAL OF EUROPEAN COMMUNITIES. **Council Directive 1999/74/EC**, 1999.
- PASIAN, I.M.; GAMEIRO, A.M. **Mercado para a criação de poedeiras em sistemas do tipo orgânico, caipira**. CONGRESSO e convencional, DA In: SOBER: CONHECIMENTOS PARA AGRICULTURA DO FUTURO, 45., 2007, Londrina. Anais... Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007.
- PETTERSSON, I. C.; WEEKS, C. A.; WILSON, L. R. M.; NICOL, C. J. **Consumer perceptions of free-range laying hen welfare**. *British Food Journal*, v. 118, n. 8, p. 1999-2013, 2016.
- QUEIROZ, M. L.V., BARBOSA FILHO J. A. D., ALBIERO, D., FREITAS, D.; MELO, R. P. **Percepção dos consumidores sobre o bem-estar dos animais de produção em Fortaleza, Ceará**. *Revista Ciência Agronômica*, 45, 379-386, 2014.
- SILVA, I. J. O.; ABREU, P. G.; MAZZUCO, H. **Manual de boas práticas para o bem-estar em galinhas poedeiras criadas livres de gaiolas**. Embrapa, MAPA. 2020. 40p.
- SILVA, A. A.; BORGES, L.F.K. **Conceitos e Considerações sobre o Bem-estar Animal na Produção de Bovinos** - Revisão Bibliográfica. *Ciência e Tecnologia*, v. 1, p. 44-51-51, 2015.



- SPOONER JM, SCHUPPLI CA, FRASER D. **Attitudes of Canadian citizens toward farm animal welfare: A qualitative study.** *Livestock Science*; 163:150-8, 2014.
- TAUSON, R. **Manegement and housing systems for layers – effects on welfare and production.** *World's Poultry Science Journal*, Ithaca, v. 61, p. 477-490, 2005.
- VAN DE WEERD H, SANDILANDS V. **Bringing the issue of animal welfare to the public: A biography of Ruth Harrison (1920–2000).** *Appl Anim Behav Sci.*;113:404-10, 2008.
- VAN HORNE, P.L.M.; ACHTERBOSCH, T.J. **Animal welfare in poultry production systems: impact of EU standards on world trade.** *World's Poultry Science Journal*, v. 64, n. 1, p. 40-52, 2008.
- YEATES JW, MAIN DCJ. **Assessment of positive welfare: a review.** *Vet J.*;175(3): 293-300, 2008.



## VINAGRE DE MAÇÃ COMO FONTE DE ÁCIDO ORGÂNICO PARA CODORNAS DE CORTE

APPLE VINEGAR AS A SOURCE OF ORGANIC ACID FOR MEAT QUAILS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-11

João Vitor Santana Prates<sup>1</sup>

Daniel Dantas Pereira<sup>1</sup>

Yara Cardoso Braga<sup>1</sup>

Guilherme Soares Andrade Gomes<sup>2</sup>

Roberta Maira Gomes de Jesus<sup>2</sup>

Raíne Mantovani Gomes<sup>2</sup>

Felipe Gomes da Silva<sup>3</sup>

Cristina Maria Lima Sá Fortes<sup>3</sup>

Fabiana Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestrandos em Produção Animal. Programa de Pós-Graduação em Produção Animal – ICA/UFMG

<sup>2</sup> Graduandos do Curso de Zootecnia – ICA/UFMG

<sup>3</sup> Docentes do Instituto de Ciências Agrárias. Universidade Federal de Minas Gerais – ICA/UFMG

### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do vinagre de maçã administrado na água de bebida para codornas de corte como fonte de ácido acético para melhoria do desempenho. Foram usados 90 animais do grupo genético ICA II distribuídos em cinco tratamentos (0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5 ml de vinagre de maçã/litro de água) e três repetições com seis aves cada, água e ração fornecidas a vontade. Foram avaliadas variáveis de desempenho (ganho de peso, peso corporal, consumo alimentar e conversão alimentar) e de desenvolvimento de órgãos internos (proventrículo, moela, fígado, intestino delgado e intestino grosso). Não houve efeito significativos dos tratamentos sobre o desempenho. Para as características de pesos e comprimento de órgãos não houve efeito significativo, exceto para peso de fígado, intestino delgado, duodeno, jejuno, íleo e comprimento de intestino grosso, colón e reto, os quais apresentaram redução em seus valores. Portanto, conclui-se que o uso do vinagre de maçã, diante das condições em que o experimento foi realizado não foi efetivo, contudo não proporcionou efeitos deletérios ao desempenho dos animais.

**Palavras-chave:** Ácido acético. Peso corporal. Coturnicultura. Performance.

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the efficiency of apple cider vinegar administered in drinking water for quails as a source of acetic acid to improve performance. Ninety animals from the ICA II genetic group were used, divided into five treatments (0; 1.25; 2.5; 3.75 and 5 ml of apple cider vinegar/liter of water) and three repeats with six birds each, with water and feed supplied ad libitum. Performance variables (weight gain, body weight, food consumption and feed conversion) and development of internal organs (proventriculus, gizzard, liver, small intestine and large intestine) were evaluated. There was no significant effect of treatments on performance. For the characteristics of weight and length of organs, there was no significant effect, except for weight of liver, small intestine, duodenum, jejunum, ileum and length of large intestine, colon and rectum, which showed a reduction in their values. Therefore, it is concluded that the use of apple cider vinegar, given the conditions in which the experiment was carried out, was not effective, nonetheless, it did not have deleterious effects on the performance of the animals.

**Keywords:** Acetic Acid. Body Weight. Coturniculture. Performance.

## 1. INTRODUÇÃO

A avicultura de corte e de postura são os setores que mais se desenvolvem no agronegócio e a coturnicultura cresce rapidamente e se insere na avicultura industrial, deixando de ser uma atividade de subsistência. Com o desenvolvimento de novas tecnologias de produção ela passa a ocupar um cenário tecnificado, culminando em resultados promissores. A coturnicultura é uma atividade econômica rentável, exige baixo custo de investimento inicial, os animais podem ser criados em pequenos espaços e apresentam precocidade reprodutiva (BERTECHINI, 2010; NUNES, 2016).

No Brasil, temos maior conhecimento quanto a produção de ovos de codorna, produto esse muito apreciado pelo público, entretanto, a produção de codornas para carne não é muito conhecida e ainda faltam maiores estudos e popularização desse alimento nutritivo, que só é conhecido e apreciado por pequena parcela da população (SILVA, A. *et al.*, 2018).

Mas, o mercado consumidor tem despertado interesse pela carne de codorna por conta do seu sabor diferenciado e sua qualidade nutricional, pois representa ótima fonte de minerais, vitaminas, aminoácidos e ácidos graxos. Além disso, a codorna europeia (*Coturnix coturnix coturnix*), com aptidão para carne, são mais precoces quando comparadas com as codornas japonesas, de postura, com peso médio de 270 g aos 35 dias de idade. Em alguns anos o número de produtores tende a aumentar e os consumidores terão carne de preço acessível e de qualidade (PASTORE; OLIVEIRA; MUNIZ, 2012; SILVA, R. *et al.*, 2018).

Nas últimas décadas a avicultura tem apresentado crescimento significativo, evoluindo principalmente quanto ao melhoramento genético, sanidade e nutrição. A rusticidade dos animais ficou de lado, tornando-se desafiador lidar com as patogenias que estão cada vez mais resistentes. Assim o uso de aditivos se torna uma alternativa para a produção animal, melhorando o funcionamento da microbiota intestinal e o desempenho dos animais (VALENTIM *et al.*, 2018).

Diante da proibição do uso dos antibióticos como aditivo no Brasil e da preocupação das organizações de saúde mundiais sobre a resistência bacteriana e os malefícios que poderiam causar nos animais e nos humanos, se faz necessário buscar alternativas para substituí-los na produção animal, que sejam eficientes e seguras, como

os simbióticos, prebióticos, probióticos e os ácidos orgânicos, que demonstram resultados iguais ou superiores aos antibióticos, sem risco à saúde e não causando efeito deletério as características químicas e sensoriais da carne (BRASIL, 2018; TORRES; DREHER; SIMIONI, 2015).

Os ácidos orgânicos, totalmente metabolizáveis pelas aves, são alternativas promissoras, já usados na indústria alimentícia e da produção animal. Podem substituir os antibióticos promotores de crescimento, quando usados de forma correta, atrelado a nutrição, biossegurança e manejo. São aliados importantes na manutenção da saúde do trato gastrointestinal das aves melhorando o desempenho, retenção de nutrientes, atividade de enzimas e digestibilidade, não possuem período de carência, baixam o pH do trato gastrointestinal, ajudando na produção de pepsina e digestão das proteínas, criando ambiente propício para crescimento e desenvolvimento de bactérias benéficas e por outro lado reduz o crescimento dos microrganismos patogênicos (HAYASHI, 2011; HINOJOSA, 2018; MORANTE, 2016).

Entre os ácidos orgânicos podemos citar o ácido acético, este está presente nos vinagres, em concentrações com no mínimo quatro gramas por cem mililitros de acidez volátil segundo a legislação brasileira. O fermentado acético é um produto obtido por meio da fermentação alcoólica de mosto de cereais, frutas, mel, dentre outros, podendo ser chamado de “vinagre de ...” (acrescido do nome da matéria prima utilizada para sua fabricação) e é conhecido como suplemento alimentar, antibiótico natural e purificador de água. Quando adicionado na água das aves, fornece vitaminas A e C, cálcio e fósforo, contribuindo para o sistema imunológico dos animais, podendo curar infecções e enfermidades (BALDEÓN, 2019; BRASIL, 2009).

O uso de vinagre na água de bebida de aves como fonte de ácido acético é pouco explorado na literatura. Seu uso para codornas, mais precisamente codornas de corte é praticamente inexistente, sendo assim, estudar seu potencial como ácido orgânico promovendo melhorias no desempenho das aves se torna importante. O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência do vinagre de maçã administrado na água de bebida para codornas de corte como fonte de ácido acético para melhoria de desempenho.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no galpão experimental do setor de coturnicultura da Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Sendo submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG sob o protocolo 226/2021.

Foram utilizadas 90 codornas, do grupo genético ICA II, de ambos os sexos, com sete dias de idade, criadas até os 35 dias de idade. Elas foram alojadas em baterias metálicas com dimensões de 82 cm de largura x 41 cm de profundidade x 27 cm de altura por compartimento, todos equipados com comedouro tipo calha e bebedouro tipo copo pressão. Foram fornecidas água e comida ad libitum. As aves receberam dieta única padrão utilizada no setor, a base de milho e farelo de soja com 29,21% de proteína bruta e 2.900kcal de EM/kg.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, em cinco tratamentos (0; 1,25; 2,5; 3,75 e 5 ml de vinagre de maçã/litro), com três repetições e seis aves por unidade experimental, sendo quatro para características de consumo e desempenho e duas para características pós-abate. Os tratamentos foram administrados via água de bebida das aves, utilizando um Becker de 1000 ml e seringas graduadas de 10 ml para diluição do vinagre nas concentrações específicas de cada tratamento e suas repetições. O vinagre utilizado no experimento foi adquirido em supermercado, possuindo concentração de 4% de ácido acético.

Para avaliação do desempenho, as variáveis analisadas foram: ganho de peso (g), peso corporal (g), consumo alimentar (g), e conversão alimentar (g de ração/g de peso). O peso corporal foi avaliado por meio de pesagens no 21° e 35° dia de idade, e o ganho de peso pela diferença entre o peso inicial e ao final de cada fase. Para o controle do consumo alimentar, as rações de cada unidade experimental foram acondicionadas em baldes plásticos, identificados, e ao final de cada semana a sobra de ração do comedouro foi devolvida ao balde correspondente, pesada e por diferença determinou o consumo semanal e o diário (g/ave). A conversão alimentar de cada período foi calculada por meio do consumo de ração dividido pelo ganho de peso.

Para análise de peso e comprimento dos órgãos (proventrículo, moela, fígado, intestino delgado, duodeno, jejuno, íleo, intestino grosso, ceco, colón e reto), os animais



foram submetidos a jejum alimentar de 8 horas, um casal de codornas foi selecionado ao acaso em cada unidade experimental e sacrificado por deslocamento cervical, tendo os órgãos removidos e separados com o auxílio de tesoura cirúrgica, pesados em balança analítica e mensurados com paquímetro digital apenas o duodeno, jejuno, íleo, ceco, colón e reto.

Os dados para verificar os efeitos dos níveis de vinagre de maçã na água de bebida sobre as variáveis em estudo foram submetidos a análise descritiva, análise de variância para verificar a falta de ajuste dos modelos linear e quadrático e análise de variância da regressão para testar os modelos e seus parâmetros. Todas as análises foram conduzidas utilizando o nível de 5% de significância e utilizando o *software* SAS On Demand for Academics (2014).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito quadrático não demonstrou significância para nenhuma das variáveis estudadas seja de desempenho ou de órgãos. Analisando os resultados obtidos de peso corporal, ganho de peso, consumo alimentar e conversão alimentar de acordo com os níveis de vinagre de maçã incluídos na água, observamos que não houve efeito significativo para nenhuma das variáveis nas fases inicial (7 a 21 dias) e total de crescimento (7 a 35 dias), dados demonstrados na Tabelas 1.

Tabela 1 - Dados de peso corporal, ganho de peso, consumo alimentar e conversão alimentar de acordo com os níveis de vinagre de maçã no período de 7 a 21 dias e 7 a 35 dias.

Período	Característica	Níveis de vinagre (ml/L)					P Valor
		0	1,25	2,5	3,75	5	
7 a 21 dias	Peso corporal (g)	151,39	154,22	151,69	157,86	161,36	0,1139 n/s
	Ganho de peso (g)	114,78	117,80	114,34	121,20	124,79	0,1050 n/s
	Consumo alimentar (g)	229,67	235,19	236,16	241,99	251,03	0,1002 n/s
	Conversão alimentar	2,00	1,99	2,06	1,99	2,01	0,8145 n/s
7 a 35 dias	Peso corporal (g)	260,25	271,25	270,24	261,94	282,02	0,0902 n/s
	Ganho de peso (g)	223,64	234,82	232,89	225,28	245,45	0,0876 n/s
	Consumo alimentar (g)	615,34	641,14	640,53	633,85	661,78	0,2174 n/s
	Conversão alimentar	2,75	2,73	2,74	2,81	2,69	0,8429 n/s

n/s – efeito não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor.

Esses resultados podem ter sido por conta de a proporção de ácido acético presente nos níveis de inclusão de vinagre ter sido insuficientes para influenciar as

características de desempenho. Se assemelhando aos resultados reportados por Chuchuca (2014) trabalhando com inclusão de vinagre (2 ml/L) e infusão de hortelã-graúda (2 ml/L) na água de bebida para frangos de corte, não observando efeito dos tratamentos sobre ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, mortalidade e análise econômica. Comportamento também observado por Toscano e Ismael (2016), que trabalharam com frangos cobb submetidos a três tratamentos, sendo, inclusão de ácido acético (4 ml/L), ácido cítrico (200 g/2000 L) e grupo controle sem adição de acidificante, na água de bebida, onde não observaram diferença significativa nos parâmetros zootécnicos (peso médio, ganho de peso, consumo de alimento, consumo de água, conversão alimentar e mortalidade).

Por outro lado, Attia *et al.* (2016) relataram que se pode usar 3% de ácido acético como suplemento alimentar durante o período de crescimento e postura de codornas japonesas, melhorando a taxa de crescimento, postura, unidade Haugh, concentração de hemoglobina e peso do pinto de um dia, enquanto Baldeón (2019) testando diferentes vinagres (banana, maçã e uva em doses de 12,0 e 16,0 cc/galão) na produção de frangos, encontrou resultados positivos para ganho de peso, consumo de alimento e pH de intestino delgado.

Rezende *et al.* (2008), em sua pesquisa com frangos de corte alimentados com rações contaminadas com suspensão bacteriana de *Salmonella Enteritidis* e *Salmonella Typhimurium* tratadas com adição de ácido acético demonstrou que em todos os níveis (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de adição de ácido acético à ração) favoreceu o ganho de peso com melhora na conversão alimentar dos animais, mesmo que não foi possível eliminar a *Salmonella sp.* nas rações.

Outro fator que pode demonstrar a falta de eficácia do ácido acético presente no vinagre é seu uso de forma isolada, trabalhos comprovam que o uso dos ácidos orgânicos associado a outros ácidos ou produtos são mais eficientes, como demonstra Fazilat, Kheiri e Faghani (2014) testando o acidificante comercial GLOBACID® sobre o desempenho e parâmetros hematológicos de codornas japonesas; Peyman *et al.* (2014) avaliando o uso de ácidos orgânicos como suplemento na ração de codornas japonesas macho sobre parâmetros de desempenho, carcaça e morfologia intestinal; Colvara (2018) estudando o uso de prebióticos e ácidos orgânicos em codornas desafiadas com *Salmonella Enteritidis*; Peyman *et al.* (2018) avaliando os efeitos do ácido acético, ácido



lático e ácido butírico sobre o desempenho produtivo, produção e qualidade de ovos, parâmetros bioquímicos do sangue e fígado e microrganismos do trato gastrointestinal em codornas japonesas fêmeas e Maty e Hassan (2020) investigando os efeitos do produto Gallant+® (ácido orgânico e óleo essencial) sobre hormônio do crescimento, glutatona, desempenho produtivo, parâmetros bioquímicos e histomorfologia intestinal em codornas, onde todos encontraram significância em seus achados.

Na Tabela 2 são mostrados os resultados referentes as mensurações dos órgãos internos, foram encontrados efeitos significativos para peso de fígado, intestino delgado e suas subdivisões (duodeno, jejuno e íleo) e ao comprimento de intestino grosso, colón e reto, mostrando redução dessas variáveis. As demais características avaliadas não apresentaram resultados significativos.

Tabela 2 - Influência dos níveis de vinagre de maçã sobre o desenvolvimento de órgãos.

Características	Níveis de vinagre de maçã (ml/L)					Inclinação	P Valor
	0	1,25	2,50	3,75	5		
Ave (g)	274,30	247,58	263,81	266,80	266,83	n/s	0,7280
Proventrículo (g)	1,10	1,25	1,03	0,92	1,03	n/s	0,1466
Moela (g)	4,93	4,85	4,66	4,60	5,13	n/s	0,7331
Fígado (g)	8,78	5,86	6,68	5,64	5,70	-0,4923	0,0123
Baço (g)	0,06	0,03	0,06	0,00	0,03	n/s	0,4013
Intestino delgado (g)	6,51	6,06	6,06	4,88	5,23	-0,2859	0,0027
Duodeno (g)	2,03	1,83	1,93	1,44	1,63	-0,0900	0,0099
Jejuno (g)	2,75	2,66	2,51	2,12	2,16	-0,1320	0,0087
Íleo (g)	1,73	1,56	1,61	1,32	1,43	-0,0638	0,0458
Intestino grosso (g)	2,26	1,95	2,05	1,66	2,00	n/s	0,2147
Ceco (g)	1,55	1,25	1,31	1,14	1,40	n/s	0,4279
Colón e reto (g)	0,71	0,70	0,73	0,52	0,60	n/s	0,1526
Intestino delgado (cm)	64,43	61,20	57,80	57,70	57,70	n/s	0,0569
Duodeno (cm)	12,66	11,91	11,38	11,12	12,11	n/s	0,2911
Jejuno (cm)	28,50	27,01	24,55	26,36	24,96	n/s	0,0893
Íleo (cm)	23,26	22,26	21,86	20,28	20,61	n/s	0,1463
Intestino grosso (cm)	24,45	21,33	20,51	20,88	19,90	-0,7639	0,0155
Ceco (cm)	19,20	16,78	15,76	16,78	15,81	n/s	0,0703
Colón e reto (cm)	5,25	4,55	4,75	4,10	4,08	-0,2181	0,0046

n/s – efeito não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do Autor.

O uso do vinagre de forma contínua durante todo o experimento, mesmo que diluído na água de bebida, pode ter influenciado no metabolismo intestinal e do fígado, causando essas reduções observadas. Çınar *et al.* (2009) encontrou redução do peso relativo de fígado de frangos de corte machos suplementados com aditivos (ácidos orgânicos, prebióticos e/ou probióticos), onde o grupo controle, apresentou maior peso



de fígado. Oforibika e Ogoloma (2020) relatam que há um aumento nos casos de problemas hepáticos e renais de pessoas que fazem uso indiscriminado de algumas substâncias, sendo o vinagre de maçã uma dessas. Esses autores em seu trabalho com ratos, fornecendo 1 ou 2 ml de vinagre de maçã puro por 7 ou 14 dias encontraram alterações patológicas nos fígados e rins dos animais, conforme aumentou a concentração e duração do experimento.

Os pesos observados do intestino delgado, suas subdivisões e o comprimento do intestino grosso, colón e reto, diminuíram com o a inclusão do vinagre, enquanto a nível de 0% de inclusão, esses órgãos apresentaram maiores pesos e comprimento, resultados semelhantes encontrados por Viola e Vieira (2007), que estudaram a suplementação de acidificantes na dieta de frangos de corte e encontraram maiores pesos relativos de jejuno e íleo para o grupo controle, que não recebeu nenhuma suplementação.

Mesmo que os resultados do presente estudo apresentaram redução de alguns órgãos e não significância em alguns parâmetros, não demonstrou efeito prejudicial ao desenvolvimento das codornas de corte, podendo o vinagre fornecido ter influenciado de forma positiva outros parâmetros não analisados, como histológicos, microbiológicos, pelo efeito antimicrobiano do acidificante, e de nutrição celular e ativação enzimática intestinal (VIOLA; VIEIRA, 2007). Calaça *et al.* (2019) recomenda o uso de mix de ácidos (acético, fórmico e propiônico), na proporção de 4% por tonelada de ração, pois trouxe melhorias a saúde intestinal de frangos de corte desafiados com *Salmonella Enteritidis* e *Eimeria tenella*, com reflexos positivos no controle destas.

Ustundag e Ozdogan (2019) observaram em seu estudo que mesmo sem efeitos significativos para ao desempenho de codornas, o uso de ácidos orgânicos e bacteriocinas mostrou eficiente na histomorfologia e microbiologia intestinal. Já Bastos-Leite *et al.* (2016) ainda relata que podem ser usados ácidos orgânicos e/ou óleos essenciais sem prejudicar o desempenho de frangas de reposição e o desenvolvimento de órgãos digestivos.

#### 4. CONCLUSÃO

O uso do ácido acético, na forma de vinagre de maçã, considerando até o maior nível de inclusão avaliado, as variáveis observadas e as análises realizadas, não



demonstrou eficiência, mas também não interferiu na absorção e aproveitamento dos nutrientes da dieta dos animais, assim, o desempenho das codornas de corte não foi prejudicado.

## REFERÊNCIAS

- ATTIA, Y. A.; EL-HAMID, A. E. A.; ELLAKANY, H. F.; BOVERA, F.; AL-HARTH, M. A.; GHAZALY, S. A. Growing and Laying Performance of Japanese Quail Fed Diet Supplemented with Different Concentrations of Acetic Acid. **Italian Journal of Animal Science**, [s. l.], v. 12, 18 feb. 2016.
- BALDEÓN, J. J. G. **Evaluación en la producción de pollos Broilers con diferentes dosis de vinagres en agua de bebida en el cantón de Babahoyo**. 63 f. 2019. Trabajo experimental (Médico Veterinario Zootecnista) - Facultad De Ciencias Agropecuarias Universidad Técnica De Babahoyo, Babahoyo – Los Ríos - Ecuador, 2019.
- BASTOS-LEITE, S. C. B.; ALVES, E. H. A.; SOUSA, A. M.; GOULART, C. C.; SANTOS, J. P. M.; SILVA, J. D. B. Ácidos orgânicos e óleos essenciais sobre o desempenho, biometria de órgãos digestivos e reprodutivos de frangas de reposição. **Acta Veterinaria Brasilica**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 201-207, 2016.
- BERTECHINI, A. G. **Situação Atual e Perspectivas Para a Coturnicultura no Brasil**. IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura, Lavras, 2010.
- BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília-DF, maio 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria nº 171, de 13 de dezembro de 2018**. Informa sobre a intensão de proibição de uso de antimicrobianos com a finalidade de aditivos melhoradores de desempenho de alimentos e abre prazo manifestação. Brasília-DF, 19 dez. 2018.
- CALAÇA, G. M.; CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A.; STRINGHINI, J. H.; ARAÚJO, I. C. S.; LEANDRO, N. S. M. Frangos desafiados experimentalmente com *Salmonella enterica* sorovar enteritidis e *Eimeria tenella* e tratados com ácidos orgânicos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 20, 2019.
- CHUCHUCA, C. L. C. **Utilización de vinagre (ácido acético) e infusión de oreganon (*plectranthus amboinicus*) como prebiótico en el levante de pollos criollos "gallus domesticus" tipo mejorados**. 2014. 64 f. Trabajo de titulación (Medico Veterinario Y Zootecnista) - Facultad De Ciencias Agropecuarias, Universidad Tecnica De Machala, Machala, Ecuador, 2014.

- ÇINAR, M.; ÇATLI, A. U.; KÜÇÜKYILMAZ, K.; BOZKURT M. The effect of single or combined dietary supplementation of prebiotics, organic acid and probiotics on performance and slaughter characteristics of broilers. **South African Journal of Animal Science**, [s. l.], v.39, n. 3, p. 197-205, 2009.
- COLVARA, I. G. **Prebiótico e Ácidos orgânicos em dietas de codornas japonesas desafiadas por *Salmonella Enteritides***. 2018. 90 f. Tese (Doutor em Ciência Animal) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2018.
- FAZILAT, H.; KHEIRI, F.; FAGHANI, M. Effects of using commercial GLOBACID® acidifier supplementation on growth performance and some haematological parameters in Japanese quail (*Coturnix japonica*). **Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences**, [s. l.], v. 4, p. 622-625, 2014.
- HAYASHI, R. M. **Sanidade Animal: Prática de acidificação em água e ração**. [S. l.], 30 ago. 2011.
- HINOJOSA, M. H. F. **Efecto del uso de dos acidificantes en agua para minimizar la carga bacteriana en pollo parrillero en la zona de cotapachi-quillacollo**. 2018. 56 f. Monografia tecnico científico (medico veterinario zootecnista) - Facultad De Ciencias Veterinarias Universidad Mayor De San Simón, Cochabamba – Bolivia, 2018.
- MATY, H. N.; HASSAN, A. A. Effect of supplementation of encapsulated organic acid and essential oil Gallant+® on some physiological parameters of Japanese quails. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 181-188, 2020.
- MORANTE, B. D. M. **Evaluación de los parámetros productivos del pollo parrillero mediante la utilización de tres niveles de vinagre de banano (*Musa AAA*)**. 2016. 68 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Medico Veterinario y Zootecnista) - Facultad De Ciencias Para El Desarrollo, Universidad De Guayaquil, Vinces - Los Ríos - Ecuador, 2016.
- NUNES, A. S. **Ácido cítrico como promotor de crescimento para codornas**. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.
- OFORIBIKA, G. A.; OGOLOMA, U. J. The assessment of effect of apple cider vinegar on hepatic and renal function of albino Wistar rat. **Direct Research Journal of Health and Pharmacology**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 14-18, 2020.
- PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P. de; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, [s. l.], v. 9, ed. 6, p. 2041 – 2049, dez. 2012.
- PEYMAN, F., YAHYA, E., HABIB, A. S., NASER, M. S., ALIREZA, A. Effects of Organic Acids Supplement on Performance and Gut Parameters in Male Japanese quail



(*Coturnix Coturnix*). **Biological Forum – An International Journal**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 127-134, 2014.

PEYMAN, F., YAHYA, E., HABIB, A. S., NASER, M. S., ALIREZA, A. Effects of Organic Acids Supplement on Performance, Egg Traits, Blood Serum Biochemical Parameters and Gut Microflora in Female Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Brazilian Journal of Poultry Science**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 133-144, 2018.

REZENDE, C. S. M. e; MESQUITA, A. J. de; ANDRADE, M. A.; STRINGHINI, J. H.; CHAVES, L. S.; MINAFRA, C. S.; LAGE, M. E. Ácido acético em rações de frangos de corte experimentalmente contaminadas com *Salmonella Enteritidis* e *Salmonella Typhimurium*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 516-528, jul./set. 2008.

SAS: Institute Inc. In: **SAS® OnDemand for Academics: User's Guide**. Cary, NC, 2014.

SILVA, A. F.; SGAVIOLI, S.; DOMINGUES, C. H. F.; GARCIA, R. G. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** [s. l.], v. 70, ed. 3, p. 913-920, 2018.

SILVA, R. S. S.; PENA, A. C. S.; VIEIRA, A. K. J.; MAIA, I. R. M.; SANTOS, A. F. F.; PEREIRA, D. D.; SILVA, I. S.; FERREIRA, F. Exigência de treonina para codornas de corte durante o período total de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA E CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 55 e 28., 2018, Goiânia. **Anais [...]** Goiânia, 2018.

TORRES, R. N. S.; DREHER, A.; SIMIONI, T. A. Uso de antibióticos como promotor de crescimento e seus possíveis substitutos ao seu uso em frangos de corte. **Nutritime Revista Eletrônica**, [s. l.], v. 12, n. 06, p. 4348-4358, nov./dez. 2015.

TOSCANO, V.; ISMAEL, A. **Estudio comparativo de los acidificantes vinagre y ácido cítrico en la producción de pollos broiler**. 2016. 73 f. Trabajo de titulación (Ingeniero Agropecuario) - Facultad De Educación Técnica Para El Desarrollo, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2016.

USTUNDAG, A. O.; OZDOGAN, M. Effects of bacteriocin and organic acid on growth performance, small intestine histomorphology, and microbiology in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Tropical Animal Health and Production**, [s. l.], v. 51, n. 8, p. 2187–2192, 2019.

VALENTIM, J. K.; RODRIGUES, R. F. M.; BITTENCOURT, T. M.; LIMA, H. J. D.; RESENDE, G. A. Implicações sobre o uso de promotores de crescimento na dieta de frangos de corte. **Nutritime Revista Eletrônica**, [s. l.], v. 15, n. 04, p. 8191-8199, jul./ago. 2018.



VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Suplementação de acidificantes orgânicos e inorgânicos em dietas para frangos de corte: desempenho zootécnico e morfologia intestinal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 1097-1104, 2007.



## MELHORAMENTO GENÉTICO DE GADO NELORE BRASIL: UMA REVISÃO

GENETIC BREEDING OF NELORE CATTLE IN BRAZIL: A REVIEW

DOI: 10.51859/AMPLA.CAM3132-12

Gabriel Otenio da Silva <sup>1</sup>  
Cristielle Nunes Souto <sup>2</sup>  
Hannah Reis Marcondes <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Medicina Veterinária. Centro Universitário de Mineiros – Unifimes

<sup>2</sup> Professora Doutora. Universidade Federal de Jataí – UFJ

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Zootecnia. Universidade Federal de Jataí – UFJ

### RESUMO

No Brasil, o bovino da raça Nelore é apreciado na produção animal devido, principalmente, às suas características de adaptação ao clima tropical e resistência a parasitos. Essa raça foi importada da Índia durante a colonização, no século XIX e início do século XX. Desde então, há desenvolvimento crescente e aumento da produção na pecuária brasileira, sendo a raça Nelore correspondente a maior parte da carne bovina produzida no país. Diante dos avanços, o melhoramento genético é um fator que contribui para produzir uma carne de melhor qualidade, atendendo o mercado consumidor interno e externo que requer uma carne macia com gordura entremeada. Além da qualidade da carne e carcaça, a seleção de indivíduos para programas de melhoramento genético avalia outras características desejadas, como crescimento e reprodução. Nesse contexto, é necessário o conhecimento sobre métodos, técnicas e fatores que auxiliam o melhoramento genético de bovinos da raça Nelore para obter animais com características desejadas.

**Palavras-chave:** Melhoramento animal. Bovinos nelore. Características desejáveis.

### ABSTRACT

In Brazil, Nelore cattle are appreciated in animal production, mainly due to their characteristics of adaptation to the tropical climate and resistance to parasites. This breed was imported from India during colonization in the 19th and early 20th centuries. Since then, there has been growing development and increased production in Brazilian livestock, with the Nelore breed corresponding to most of the beef produced in the country. In the face of advances, genetic improvement is a factor that contributes to producing better quality meat, serving the domestic and foreign consumer market that requires soft meat with streaky fat. In addition to meat and carcass quality, the selection of individuals for genetic improvement programs assesses other desired traits, such as growth and reproduction. In this context, it is necessary to know about methods, techniques and factors that help the genetic improvement of Nelore cattle to obtain animals with desired characteristics.

**Keywords:** Animal improvement. Nelore cattle. Desirable features.

## 1. INTRODUÇÃO

Os bovinos da raça Nelore são animais adaptados ao clima tropical, apresentando boa conversão alimentar de gramíneas tropicais (GUIMARÃES et al., 2010). A raça é proveniente da Índia e corresponde a maior parte do rebanho zebuíno no Brasil, representando também a maior parte da carne bovina produzida (GUIMARÃES et al., 2010, OLIVEIRA, 2002).

Para melhorar a produção dos animais nesse ambiente e aumentar a produtividade, utiliza-se o melhoramento genético da raça (ALMEIDA et al., 2019). Nesse contexto, selecionam-se reprodutores e características econômicas de maior valor agregado à produção (BALIEIRO, 2008).

A eficiência de um programa de melhoramento é obtida pela estimação dessas características, utilizando-se de avaliações genotípicas e fenotípicas. Essas avaliações podem incluir técnicas como biologia molecular e pontuação morfológica (LÔBO et al. 2010).

Nesse contexto, o objetivo desta revisão de literatura é abordar as principais características relacionadas ao melhoramento genético de bovinos da raça Nelore, compreendendo as principais avaliações utilizadas em programas de melhoramento no Brasil.

## 2. METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO e sites do governo, sendo os seguintes descritores utilizados na pesquisa: “Melhoramento animal”, “raça Nelore” e “melhoramento genético de bovinos Nelore”. Assim, foram obtidos artigos, teses e revistas científicas publicados entre 1985 e 2022. Por fim, os arquivos que apresentaram duplicidade de informações foram excluídos.

## 3. REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1. BOVINOS DA RAÇA NELORE

No Brasil, os bovinos da raça Nelore representam cerca de 80% dos zebuínos (*Bos taurus indicus*) existentes e, conseqüentemente, a maior parte da carne bovina produzida. São animais adaptados às altas temperaturas da região tropical (GUIMARÃES



et al., 2010), sendo tolerantes ao calor devido à presença de pelagem branca ou cinza-claro, e de pele preta (BRAGA, et al., 2021).

A raça também apresenta baixa exigência alimentar (GUIMARÃES et al., 2010), apresentando boa conversão alimentar de gramíneas tropicais em proteína animal (DE FARIA, 2007). É caracterizada pela presença de cupim, vigor físico com facilidade de locomoção e longevidade desde o nascimento (BRAGA, et al., 2021; SANTIAGO, 1985), boa fertilidade e resistência ao desenvolvimento de endoparasitos e ectoparasitos (GUIMARÃES et al., 2010).

O Nelore brasileiro possui orelhas curtas, temperamento ativo e rosto estreito. Nos machos, o pescoço é musculoso, o peito é largo com musculatura bem desenvolvida e a bolsa escrotal geralmente é bem pigmentada. Nas fêmeas, há presença de pescoço delicado e úbere pequeno (ROSA et al., 2021).

Com o objetivo de aumentar o ganho genético por gerações e o avanço da produtividade, é utilizada a seleção para características de crescimento, reprodução, qualidade da carne e carcaça, como critérios nos programas de melhoramento genético (RAZOOK 2001; FERGUSON et al., 2000; RESTLE et al., 2003; CUNDIFF, 2004).

### **3.2. MELHORAMENTO GENÉTICO ANIMAL**

O melhoramento genético animal decorre dos processos seletivos e do direcionamento dos acasalamentos, que aumentam a frequência dos genes ou das combinações genéticas com efeitos desejáveis em uma determinada população. O objetivo do melhoramento genético é melhorar a capacidade de produção dos animais em combinação com o ambiente para aumentar a produtividade (ALMEIDA et al., 2019).

### **3.3. MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DA RAÇA NELORE**

No melhoramento genético da raça Nelore, seleciona-se características econômicas de maior valor agregado à produção, sendo necessário considerar efeitos fixos, individuais, paternos e maternos. Portanto, a eficiência de um programa depende da seleção de reprodutores e do conhecimento sobre herdabilidade e correlação genética (BALIEIRO, 2008).

O parâmetro herdabilidade mede a população e a variância dos efeitos dos genes, obtendo-se o progresso genético ao longo das gerações (GIANNONI e

GIANNONO, 1987). Enquanto que, com a correlação genética, é possível obter respostas indiretas para características que não foram selecionadas diretamente (BALIEIRO, 2008).

O melhoramento genético de bovino Nelore no Brasil contempla a modelagem, os fenótipos de interesse, os polimorfismos em genes e *Quantitative Trait Loci* (QLT) (LÔBO et al., 2010).

### 3.3.1. ESTIMAÇÃO DE COMPONENTES DE VARIÂNCIA

Em programas de melhoramento genético, um grande conjunto de características pode aumentar os requisitos computacionais e dificultar a interpretação das relações entre variáveis. Portanto, é comum utilizar a análise de componentes principais como técnica para diminuir a matriz de (co)variâncias e reduzir o número e parâmetros a ser estimado. Essa técnica estatística de análise multivariada consiste na transformação das variáveis correlacionadas originais em combinações lineares que explicam a máxima quantidade de variação (KIRKPATRICK & MEYER, 2004; SALES, 2017).

As estimativas de correlações e de variações genéticas das características numa população podem fornecer informações para a montagem de programas de seleção, aumentando a eficiência no melhoramento genético das características e a previsão da resposta correlacionada. Nos programas de melhoramento de gado de corte, normalmente, utiliza-se, como critério de seleção, a estimativa de correlações genéticas de características de carcaça e carne com as características de crescimento (SALES, 2017). Esses componentes de variância de características de crescimento são obtidos usualmente por meio de pesos padronizados em determinadas idades, como peso aos 210 dias, 378 dias, e outros (CYRILLO et al., 2004).

As médias das características podem variar de acordo com as diferenças genéticas, nutricionais, de manejo, regiões, propriedades e objetivos de seleção. Portanto, o conhecimento sobre os fatores que influenciam o crescimento dos animais e das correlações genéticas entre eles é importante na elaboração de programas de seleção, constituindo elemento básico para direcionar e orientar o melhoramento genético (MALHADO et al., 2002).



### 3.3.2. FENÓTIPOS DE INTERESSE

A expressão fenotípica resulta praticamente do genótipo para caracteres qualitativos, e do genótipo com o meio ambiente para caracteres quantitativos. Estes caracteres quantitativos representam as principais características de interesse econômico na avaliação genética de um rebanho, na qual é possível estimar o genótipo a partir da extração dos efeitos ambientais de informações fenotípicas para escolha de indivíduos superiores (BALIEIRO, 2008).

No Brasil, as principais características desejáveis para bovinos da raça Nelore são: qualidade de carne e de carcaça, precocidade reprodutiva, habilidade de permanência no rebanho e pelame (LÔBO et al., 2010). Algumas outras características estão relacionadas também à rentabilidade do sistema de produção, como peso ao nascimento, peso em diferentes idades, repelência e temperamento (BALIEIRO, 2008).

Nas estimativas fenotípicas para algumas características de desenvolvimento ponderal, é possível estimar herdabilidade e correlação genética em uma população de bovinos da raça Nelore, observando-se valores fenotípicos expressos em quilograma para peso ao nascer, peso ao desmame, peso aos 18 meses e ganho de peso aos 345 dias, por exemplo (FIGUEIREDO et al., 2005). Nas estimativas fenotípicas para características relacionadas ao temperamento e repelência, relata-se valores de escores de temperamento para animais dóceis e nervosos obtidos pela soma do vigor de movimentação e nível audível da respiração (FORDYCE et al., 1985).

### 3.3.3. APLICAÇÃO DA BIOLOGIA MOLECULAR

O uso da biologia molecular identifica genes e variações genéticas no DNA, por meio de marcadores moleculares baseados em técnicas de hibridização e PCR. Essa ferramenta utiliza, portanto, a variação genômica no melhoramento genético (POLIDO et al., 2012) e não é influenciada pelos fatores ambientais (TENEVA, 2009), permitindo identificar o potencial genético de um animal antes da expressão do fenótipo (REGINATO, COUTINHO, 2001). Geralmente, não possui efeitos pleiotrópicos sobre os *loci* de caracteres quantitativos (QTLs) (TENEVA, 2009).

Na seleção assistida por marcadores (SAM), é possível a eliminação de genótipos desfavoráveis em uma única geração, facilitando esquemas de acasalamento.

O mapeamento de locais de características quantitativas (QTL) consiste na associação entre marcadores moleculares e genes que codificam características quantitativas, que são individualizadas em locais cromossômicos específicos (*loci*). Existem cerca de 6.305 QTLs mapeados em bovinos e associados à produção de leite, qualidade de carne, reprodução, produção, sanidade animal e características exteriores. Em programa de seleção, isso oferece potencial para o melhoramento, especialmente na mensuração de difíceis traços (POLIDO et al., 2012).

#### 3.3.4. PONTUAÇÃO MORFOLÓGICA

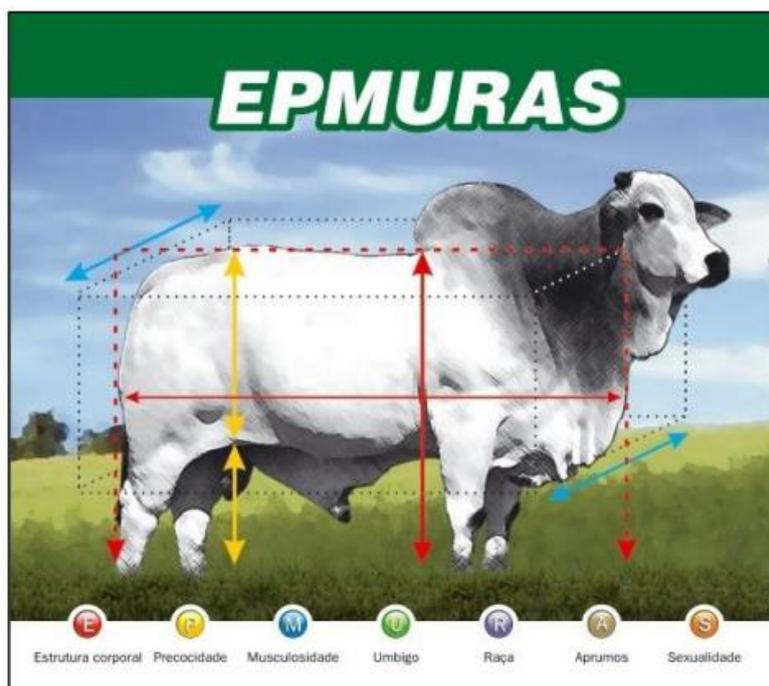
Embora a avaliação genética e o uso de marcadores moleculares auxiliem na escolha de reprodutores e matrizes para o melhoramento do rebanho, avaliações visuais também são importantes. A identificação visual de touros e matrizes funcionais pode auxiliar na produção de animais, priorizando características referentes ao peso, conformação, precocidade, musculabilidade e carcaça. Com isso, objetiva-se também um produto final de qualidade e boa relação custo/benefício para a atividade (KOURY FILHO, 2001).

Durante a avaliação visual, utiliza-se a ferramenta EPMURAS, que corresponde à descrição, retrato falado ou desenho do animal. Esta metodologia permite escolher o animal quanto ao tamanho, profundidade e arqueamento de costelas, evidência de massas musculares, tamanho e posicionamento do umbigo, expressão racial, aprumos e sexualidade. Em sua representação, EPMURAS significa Estrutura corporal (E), Precocidade (P), Musculabilidade (M), Umbigo (U), Raça (R), Aprumos (A) e Sexualidade (S) (KOURY FILHO et al., 2015) (Figura 1).

A Estrutura corporal (E) corresponde ao tamanho do indivíduo, baseado na altura e comprimento do esqueleto. Essa característica varia basicamente entre os escores de 3 a 6, sendo um animal pequeno perante a raça ou de grande porte perante a raça, respectivamente.

A Precocidade (P) corresponde à uma relação entre profundidade das costelas, comprimento das pernas e posição da virilha, variando basicamente entre os escores de 1 a 6.

Figura 1 – Representação esquemática da metodologia EPMURAS.



Fonte: Zootecnia Tropical, 2022.

A Musculosidade (M) indica a evidência e o volume da musculatura, variando entre os escores 1 e 6, sendo um animal com grande destaque na expressão de massas musculares ou completamente débil em musculosidade, respectivamente.

Na avaliação do Umbigo (U), considera-se o tamanho e a pendulosidade da prega umbilical, e direcionamento do prepúcio nos machos. Deseja-se escores entre 2 e 4, onde há umbigo com posicionamento e tamanho bom ou tendendo a grande com pouco incômodo, respectivamente.

Os escores de padrão racial (raça – R) variam de 1 a 4, sendo fraco, regular, bom ou muito bom no que se refere às características previstas nos padrões raciais da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ).

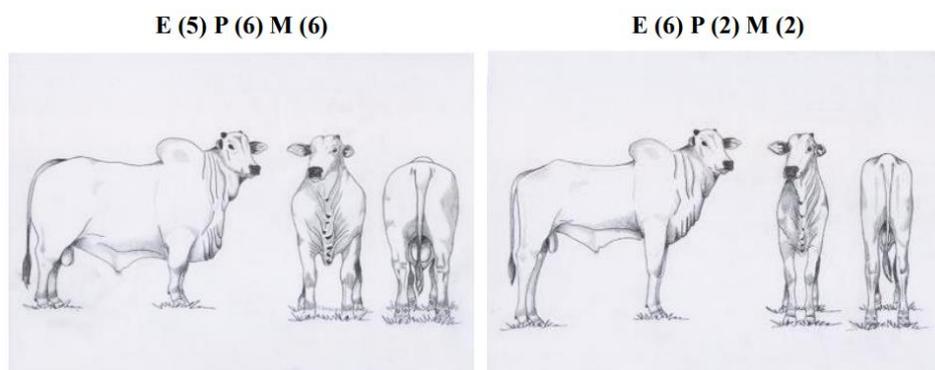
Os escores dos Aprumos (A) também variam de 1 a 4, mas a avaliação corresponde às proporções, direções, angulações e articulações dos membros anteriores e posteriores, além de estrutura de ossos, tendões e ligamentos. O escore 1 corresponde à alteração grave na angulação do jarrete/quartela e desvio acentuado de membros. No escore 4, a ossatura é compatível com o desenvolvimento corporal.

Por fim, a Sexualidade (S) relaciona-se com avaliação sobre o desenvolvimento testicular, posicionamento do prepúcio e fertilidade nos machos, variando os escores de

1 a 4, sendo um animal com caracteres sexuais invertidos ou testículos bem desenvolvidos, respectivamente (KOURY FILHO et al., 2015).

Diferenças nas características dos escores de E, P e M podem ser observadas na Figura 2.

Figura 2 – Simulação de touros da raça Nelore aos 32 meses de idade. E = Estrutura corporal, P = Precocidade, M = Musculosidade.



Fonte: Zootecnia Tropical, 2022.

### 3.3.5. OUTRAS PONTUAÇÕES MORFOLÓGICAS

Na identificação de indivíduos geneticamente superiores, também se realizam Provas de Ganho de Peso (PGP), que são testes de desempenho para bovinos de corte. Outra pontuação morfológica realizada é a avaliação da conformação, precocidade, musculosidade e umbigo. Há ainda a pontuação por avaliação da musculatura, estrutura, características raciais, conformação, ônfalo e sexualidade. Além destes componentes de ganho de peso, podem ser avaliadas também características de perímetro escrotal, volume testicular, área de olho de lombo e espessura de gordura (BRAGA et al., 2021).

## 3.4. PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO

Entre os maiores programas de melhoramento genético de bovinos da raça Nelore no Brasil, destaca-se os que são realizados pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

### 3.4.1. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CRIADORES E PESQUISADORES (ANCP)

A Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores disponibiliza DEPs (Diferença Esperada na Progenie) para 33 características e o índice MGTe (Mérito Genético Total Econômico) para a raça, utilizando dados de centenas de rebanhos. São quatro destaques de DEPs: de pedigree, interina, de progênie e genômica. Quanto ao

índice MGTe, são quatro índices bioeconômicos desenvolvidos para objetivos específicos de seleção: MGTe\_CR, MGTe\_RE, MGTe\_CO e MGTe\_F1.

A DEP de pedigree é calculada por meio da genealogia do animal, tem acurácia baixa e não considera o desempenho do próprio animal e de suas progênes. A DEP interina é calculada pelas informações de genealogia e desempenho do animal, apresentando acurácia baixa. A DEP de progênie é calculada com as informações de genealogia, desempenho do animal e de suas progênes, apresentando maior a acurácia.

Por fim, a DEP genômica é calculada com informações de pedigree, desempenho próprio e de progênes, acrescida dos valores moleculares. Portanto, a interpretação é igual à da DEP tradicional, com as vantagens de aumentar a acurácia dos animais jovens, diminuir o intervalo de gerações e os custos do teste de progênie.

Quanto ao índice bioeconômico MGTe, utiliza-se informações de indicadores econômicos e produtivos para compor as estimativas de custos, receitas e lucros de uma propriedade de pecuária de corte comercial de ciclo completo (cria, recria e engorda). Neste índice, avalia-se a importância econômica de cada uma das características através de seus valores econômicos, como variação do lucro da propriedade com a consequente variação de uma característica em uma unidade.

Os quatro índices MGTe objetivam diversificar, valorizar e auxiliar os criadores na compra e oferta de reprodutores. O MGTe\_CR é desenvolvido para seleção de fêmeas e otimização de desmama, priorizando a cria. O MGTe\_RE prioriza o peso e a carcaça, direcionando para sistema de recria e engorda com terminação a pasto.

O MGTe\_CO é utilizado para animais que recebem pequena bonificação em gordura e uma ponderação forte para característica da carcaça, focando em sistemas de recria e engorda com terminação em confinamento. Enquanto o MGTe\_F1 é desenvolvido para animais cruzados que recebem bonificação para gordura e maior peso de abate e carcaça, visando sistemas de recria e engorda de animais cruzados com terminação em confinamento (ANCP, 2022).

Os índices bioeconômicos são calculados a partir de características e ponderações (Figura 3).



Figura 3 – Características e ponderações para cálculo de índices bioeconômicos.

Classes	Características	Ponderador			
		MGTe_CR	MGTe_RE	MGTe_CO	MGTe_F1
Precocidade Sexual	3P	28%	--	---	---
Habilidade Materna	MP210	8%	--	---	---
Crescimento	P210	25%	--	---	---
	P450	--	59%	14%	14%
Fertilidade	STAY	34%	--	---	---
	PE365	5%	--	---	---
Carcaça e Carne	AOL	--	34%	34%	25%
	ACAB	--	7%	22%	30%
	MAR	--	--	10%	14%
Eficiência Alimentar	CAR	--	--	20%	17%

Fonte: ANCP, 2022.

### 3.4.2. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA)

No Programa Geneplus, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária busca resultados de valores genéticos expressos em DEP e respectivas acurácias (precisão de DEPs) e percentis (posição da estimativa dentro da população). O Programa apresenta os resultados por categoria (touros, matrizes e produtos) e com ferramentas para a prática do melhoramento genético e suporte de programas de comercialização dos animais. Os resultados obtidos podem ser utilizados como informações, promovendo avaliações genéticas como suporte para decisões de seleção, de acasalamento e na definição de índices.

No Programa, são avaliadas características de desempenho de importância econômica no nascimento, na fase materna (90 a 120 dias), na fase de desmama e na fase de sobreano (396 a 550 dias). Existem ainda características reprodutivas de importância econômica, como idade à puberdade, idade à primeira cria, período de gestação, período de serviço e dias para parir.

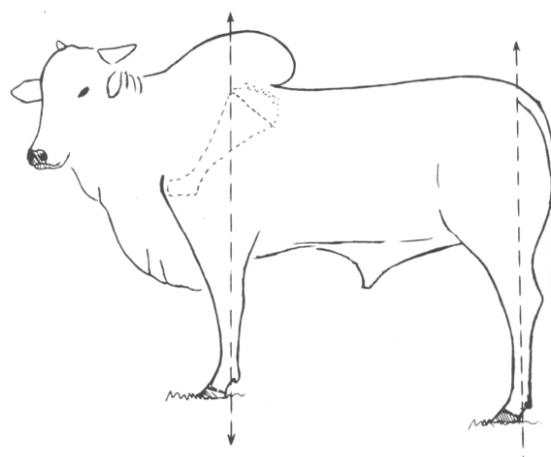
No nascimento, avalia-se o peso ao nascer, que apresenta correlação genética de magnitude média com os pesos nas demais idades. Nesta fase, também são avaliadas outras características ao parto, como a condição do parto e assistência ao parto, com o objetivo de direcionar práticas de manejo e corrigir distorções na relação peso da mãe, tamanho e estado da carne. As condições de parto avaliadas são: normal, morto antes de 48 horas, aborto, vazia. E as assistências ao parto são: não, sim, cirúrgico.

Na fase materna, avalia-se o peso da cria, que expressa o potencial do animal em transmitir genes que podem influenciar na produção de leite das filhas do reprodutor, observando também a habilidade maternal dos indivíduos.

Na fase de desmama, avalia-se o peso da matriz, o peso da cria, o perímetro escrotal, o escore de condição corporal das vacas, a conformação frigorífica, a avaliação sexual, a avaliação racial, a avaliação de aprumos e a altura na garupa. A avaliação do perímetro escrotal está relacionada à fertilidade e à precocidade reprodutiva.

Na avaliação dos aprumos, objetiva-se identificar bons aprumos. Isso indica que o animal pode andar pelas pastagens 15 a 20 anos, sem ressentir. É uma avaliação crucial também para o macho efetuar bem a monta e para a fêmea suportá-lo. O aprumo dianteiro é determinado por uma perpendicular que se estende desde o centro do cupim até o solo atrás do casco. E o aprumo traseiro, também é determinado por uma perpendicular, que se estende desde a inserção da cauda até o solo atrás do casco (Figura 4).

Figura 4 – Aprumos dianteiro e traseiro.



Fonte: Geneplus, 2022.

A altura do animal define a estatura média dos animais, apresentando correlação alta com a estrutura óssea e, conseqüentemente, com a capacidade de suporte da musculatura. Uma medida utilizada nessa avaliação é a altura na garupa.

Na fase de sobreano, avalia-se o peso da cria, que apresenta boa variabilidade genética aditiva, pouca influência do efeito materno, indicativo de aumento de peso na exploração e pode ser usado com o objetivo de descarte de animais. Nessa idade, também recomenda-se a avaliação de outras características observadas na fase

anterior, como altura da garupa, perímetro escrotal e conformação frigorífica (Geneplus, 2022).

#### 4. CONCLUSÃO

Apesar das exigências do mercado consumidor em obter carne de melhor qualidade, alguns métodos, como seleção de animais reprodutores, podem ser alternativos para melhorar o rebanho geneticamente e atender a demanda. Nesse contexto, o conhecimento sobre o melhoramento genético animal é fundamental para melhoria da produção de carne bovina no Brasil.

#### REFERÊNCIAS

- ANCP. **Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores**. Disponível em: [www.anpc.org.br](http://www.anpc.org.br) (Acesso em 31 de maio de 2022).
- BALIEIRO, C.C. **Aspectos genéticos e fenotípicos de características produtivas, temperamento e repelência em bovinos da raça Nelore**. Dissertação. Pirassununga: FZEA/USP, 2008.
- BRAGA, J.; PEZZETTA, J.G.B.; JARDIM, D.P.; BARNASKI, B.M.M.; PEREIRA, J.S.; MONTAGNER, P. Melhoramento genético da raça nelore: revisão de literatura. **Seminário Interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão**. 2021.
- CUNDIFF, L.V. **Breeds and Genedintics**. In: POND, W.G.; BELL, A.W. (Ed.) *Encyclopedia of Animal Science*. Ithaca: Cornell, 2004. 800 p.
- CYRILLO, J.N.S.G.; ALENCAR, M.M.; RAZOOK, A.G.; MERCADANT, M.E.Z.; FIGUEIREDO, L.A. Modelagem e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos para pesos do nascimento à seleção (378 dias) de machos nelore1, 2. **R. Bras. Zootec.**, v. 33, n. 6, p. 1405-1415, 2004.
- DE ANDRADE, G.D. **Revisão de literatura: evolução da bovinocultura no Brasil**. Trabalho de conclusão de curso. Ariquemes: Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2021.
- DE FARIA, C.U. *et al.* **Utilização de escores visuais de características morfológicas de bovinos nelore como ferramenta para o melhoramento genético animal**. Embrapa Cerrados – Documentos, INFOTECA - E, 2007.
- FERGUSON, D.M. *et al.* Effect of electrical stimulation on protease activity and tenderness of *M. longissimus* from cattle with different proportions of *Bos indicus* content. **Meat Science**, v. 55, n. 3, p. 265–72, 2000.
- FIGUEIREDO, L.G.G.; ELER, J.P.; MOURÃO, G.B.; FERRAZ, J.B.S.; BALIEIRO, L.C.C.; MATTOS, E.C. Genetic analyses of temperamento in a population of the Nellore breed. **Livestick Research for Rural Development**, v. 17, n. 7, 2005.



- FORDYCE, G.; GODDARD, M.E.; TYLER, R.; WILLIAMNS, G.; TOLEMAN, M.A. Temperament and brusing of *Bos indicus* cross csattle. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 25, n. 2, p. 283-288, 1985.
- GENEPLUS. **Programa Geneplus**, Embrapa Gado de Corte. Disponível em: [www.geneplus.com.br](http://www.geneplus.com.br) (Acesso em 31 de maio de 2022).
- GIANNONI, M.A.; GIANNONI, M.L. **Genética e melhoramento de rebanhos nos trópicos**. 2 ed. São Paulo: Nobel, 1987.
- GUIMARÃES, P.H.R.; FARIA, C.U. Caracterização da raça Nelore Mocho no Brasil: revisão bibliográfica. **Pubvet**, v. 4, n. 37, 2010.
- KIRKPATRICK, M.; MEYER, K. Direct estimation of genetic principal components: simplified analysis of complex phenotypes. **Genetics**. v. 168, p. 2295–2306, 2004.
- KOURY FILHO, W. **Análise genética de escores de avaliações visuais e suas respectivas relações com desempenho ponderal da raça Nelore**. Dissertação. Pirassununga: FZEA-USP, 2001.
- KOURY FILHO, W. **Escore visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte**. Tese. Jaboticabal: Unesp, 2005.
- KOURY FILHO, W.; TRAMONTE, N.C.; BITTENCOURT, A.; ALVES, F.C.P. Avaliação visual – EPMURAS descritivo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, 2015.
- LÔBO, R.B.; BITTNECOURT, T.C.B.S.C., PINTO, L.F.B. Progresso científico em melhoramento animal no Brasil na primeira década do século XXI. **R. Bras. Zootec.**, v. 39, p. 223-235, 2010.
- MALHADO, C.H.M.; SOUZA, J.C.; SILVA, L.O.C.; FERRAZ FILHO, P.B. Correlação genéticas, fenotípicas e de ambiente entre os pesos das várias idades em bovinos da raça Guzerá no Estado de São Paulo. **Archives of Veterinary Science**, v. 7, n. 1, p. 71-75, 2002.
- MEYER, K. Multivariate analyses of carcass traits for Angus cattle fitting reduced rank and factor-analytic models. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 124, p. 50-64, 2007.
- POLIDO, P.B.; FERREIRA, F.G.; ALBERTON, O.; SOUZA, S.G.H. Marcadores moleculares aplicados no melhoramento genético de bovinos. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.**, v. 15, n. 2, p. 161-169, 2012.
- RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; NARDON, R.F.; CYRILLO, J.N.S.G.; RUGGIERI, A.C. Efeitos de Raça e da Seleção para Peso Pós-Desmame sobre Características de Confinamento e de Carcaça da 15ª Progênie dos Rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 15-124, 2001.



RESTLE, J.; VAZ, F.N.; BERNARDES, R.A.L.C. *et al.* Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 345-350, 2003.

ROSA, A. do N. *et al.* **Genética aplicada para pequenos e médios produtores de gado de corte**. Embrapa Gado de Corte-Documents, INFOTECA-E, 2021.

SANTIAGO, A.A. **O Zebu na Índia, no Brasil e no mundo**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1985, 706 p.

SANTOS, P.F.; MALHADO, C.H.M.M.; CARNEIRO, P.L.S.; MARTINS FILHO, R.; AZEVÊDO, D.M.M.R.; CUNHA, E.E.; SOUZA, J.C.; FERRAZ FILHO, P.B. Correlação genética, fenotípica e ambiental em características de crescimento de bovinos da raça nelore variedade mocha. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, p. 55-60, 2005.

TENEVA, A. Molecular markers in animal genome analysis. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 25, n. 5-6, p. 1267-1284, 2009.



# CAPÍTULO XIII

## EFICÁCIA DE DESINFETANTES FRENTE A SOROVARES DE SALMONELLA ENTERICA DE ORIGEM AVIÁRIA, COM PERFIL DE RESISTÊNCIA MÚLTIPLA A DROGAS

EFFECTIVENESS OF DISINFECTANTS AGAINST SALMONELLA ENTERICA SEROVARS OF AVIAN ORIGIN, WITH MULTIPLE DRUG RESISTANCE PROFILE

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-13

Yasmin Suelen Alves Pinheiro <sup>1</sup>  
Daniela Aguiar Penha Brito <sup>2</sup>  
Bianca Lima Ferreira <sup>3</sup>  
Ana Cristina Silva da Natividade <sup>4</sup>  
Aline Sthefany Barros de Souza <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Zootecnia/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

<sup>2</sup> Professora Doutora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

<sup>3</sup> Graduanda do curso de Agronomia/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

<sup>4</sup> Mestranda em Engenharia e Ciência de Alimentos/ Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

<sup>5</sup> Graduada em Tecnologia de Alimentos/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

### RESUMO

A cadeia produtiva de frangos de corte no Brasil é o setor de maior desempenho econômico no país. No entanto, há doenças infecciosas de difícil controle e impacto econômico, dentre elas destacam-se as salmoneloses aviárias. As medidas de controle e combate desta bactéria utilizam desinfetantes para higienização de aviários. Tornam-se importantes discussões a respeito da concentração, do princípio ativo e do tempo de contato dos desinfetantes, pois o uso inadequado pode contribuir à seleção de bactérias resistentes. O trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia de três desinfetantes comerciais utilizados na avicultura de corte (amônia quaternária, iodo e hipoclorito) frente a 10 cepas de Salmonella enterica provenientes da cadeia produtiva de frangos de corte, com perfil de resistência múltipla a antibióticos. Foi realizado teste de suscetibilidade em tubos e inoculação em placas, na presença de matéria orgânica, em três tempos de ação (5, 10 e 30 minutos) e em concentrada recomendada pelo fabricante para uso em aviários. Os resultados denotaram a redução da eficiência dos compostos químicos na presença de matéria orgânica. Todas as amostras mostraram-se

resistentes ao iodo (100%) em todos os tempos de contato. A menor resistência bacteriana ocorreu na exposição ao hipoclorito de sódio durante 30 minutos (30%), sendo o mais eficiente no combate da Salmonella Typhimurium. Reforça-se a necessidade da higienização prévia para melhor efetividade dos desinfetantes e de monitorar a ação dos sanitizantes frente a este patógenos em testes de avaliações in vitro, para garantir a prevenção e controle de Salmonella spp. no ambiente avícola.

**Palavras-chave:** Cut chickens. Salmonellosis. Disinfection. Sodium hypochlorite. Aviaries.

### ABSTRACT

The broiler production chain in Brazil is the sector with the highest economic performance in the country. However, there are infectious diseases that are difficult to control and have an economic impact, among which avian salmonellosis stands out. Measures to control and combat this bacterium use disinfectants to clean aviaries. Discussions about the concentration, active principle and contact time of disinfectants become important, as improper



use can contribute to the selection of resistant bacteria. The objective of this work was to evaluate the effectiveness of three commercial disinfectants used in poultry farming (quaternary ammonia, iodine and hypochlorite) against 10 strains of *Salmonella enterica* from the production chain of broiler chickens, with a profile of multiple resistance to antibiotics. A susceptibility test was carried out in tubes and inoculation in plates, in the presence of organic matter, in three times of action (5, 10 and 30 minutes) and in concentrate recommended by the manufacturer for use in aviaries. The results denoted a reduction in the efficiency of chemical

compounds in the presence of organic matter. All samples were resistant to iodine (100%) at all contact times. The lowest bacterial resistance occurred in the exposure to sodium hypochlorite for 30 minutes (30%), being the most efficient in combating *Salmonella* Typhimurium. It reinforces the need for prior cleaning for better effectiveness of disinfectants and to monitor the action of sanitizers against these pathogens in in vitro evaluation tests, to guarantee the prevention and control of *Salmonella* spp. in the poultry environment.

**Keywords:** Education. Health. Environment.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como maior exportador de carne de frango, consolidando a avicultura como setor que mais se sobressai na produção animal (ABPA, 2020). Esse cenário é resultado dos preços estáveis e acessíveis do produto, tornando-o uma das proteínas mais ofertadas e consumidas no território nacional (CAVALCANTI, 2019).

Os padrões impostos pela indústria alimentar tornaram-se mais exigentes, em consequência do aumento da cadeia produtiva. Por isso, desenvolveram-se medidas à garantia da qualidade do produto (BARROS; LIMA; STELLA, 2020). No entanto, há enfermidades no setor avícola que afetam a segurança alimentar, destacando-se as salmoneloses aviárias (PANNEITZ *et al.*, 2022).

As salmoneloses são infecções transmitidas pelo agente etiológico *Salmonella* spp. sua principal via de transmissão é alimentos de origem avícola, tornando-se um contaminante de grande potencial em doenças de origem alimentar (CUI *et al.*, 2018; BRASIL, 2019; COSTA, 2020).

A Portaria Ministerial nº 193 de 19 de setembro de 1994, instituiu o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), para determinar medidas para o controle e prevenção de doenças avícolas. Dentre os atos normativos, a Instrução Normativa SDA nº 20, de 21 de outubro de 2016 estabelece os procedimentos de controle e monitoramento de *Salmonella* spp. O PNSA desenvolveu programas de biossegurança para o combate dos agentes patogênicos. Além de impedir a propagação de doenças, a adesão de medidas sanitárias, certificam a qualidade do produto e a segurança alimentar (AMARAL E HENRIQUE, 2009).



Um programa de biossegurança na avicultura completa e eficaz envolve o planejamento e implantação de medidas de desinfecção das instalações. Para reduzir a presença de microrganismos patogênicos, adotam-se programas de biosseguridade que incluem boas práticas de higiene através da limpeza e desinfecção dos equipamentos e instalações (BURBARELLI, 2016). A correta sanitização da granja não se centraliza somente à designação do desinfetante certo, mas etapas prévias de higienização eficiente, em virtude da maioria dos desinfetantes terem menor eficácia na presença de material orgânico (COBB, 2009).

A desinfecção na avicultura é realizada principalmente por desinfetantes à base de amônia quaternária, hipoclorito de sódio e iodofor (VIEIRA *et al.*, 2015). Para sua efetivação deve-se atentar a superfície a ser desinfetada, o tempo de contato, a concentração e o agente a ser destruído (COLLA *et al.*, 2014). Sobre este último fator, Jaenisch (2004) descreve que a utilização contínua de um único princípio ativo desinfetante pode aumentar uma pressão seletiva de microrganismos resistentes ao produto utilizado, impedindo a efetividade do plano de higienização.

O uso excessivo de antimicrobianos coopera à seleção de microrganismos resistentes, como resultado, propaga essa resistência de forma vertical ou horizontal entre as populações microbianas (MOREIRA, 2012). Nesse contexto, a bactéria *Salmonella* spp. tem sido registrada com elevada capacidade de resistir a antimicrobianos de uso veterinário tais como antibióticos e desinfetantes (BASSANI, 2017).

Embora o crescente desempenho e avanço tecnológico no setor avícola, ainda são frequentes a presença de *Salmonella* spp. como causadora de zoonose. Portanto, o presente trabalho visa avaliar a eficácia de desinfetantes frente a diferentes sorovares de *Salmonella* de fontes avícolas, em tempos de contato distintos e diluições recomendadas pelo fabricante.

## 2. METOLOGIA

### 2.1. CEPAS DE SALMONELLA SPP.

O experimento utilizou 10 cepas de *Salmonella* entérica obtidas do estoque do Laboratório de Microbiologia, do IFMA campus São Luís-Maracanã, isoladas da cadeia produtiva de frangos de corte (aviários e abatedouros) do Estado do Maranhão, durante



o período de 2013 e 2014. As cepas foram identificadas por testes microbiológicos (BRASIL, 2003), sorotipificadas pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), submetidas a teste de suscetibilidade a antimicrobianos (CLSI, 2008 e 2013) e conservadas em congelamento -80°C, em caldo cérebro coração (BHI) enriquecido com 30% de glicerol.

As amostras de *Salmonella* entérica constituíram cepas consideradas com resistência múltipla a drogas, ou seja, com resistência a duas ou mais classes de antimicrobianos simultaneamente (Quadro 1).

Quadro 1 - Identificação dos diferentes sorovares de *Salmonella* spp. submetidas a teste in vitro de eficácia de desinfetantes, e o perfil de resistibilidade a antimicrobianos

Amostra	Sorovar	Nº de antibióticos com resistência (princípios ativos) <sup>1</sup>
A1	S. Albany	6 (AMO, AMP, CFZ, SUL, TRI, TET)
A2	S. Schwarzengrund	6 (AMO, AMP, CFZ, SUL, TRI, TET)
A3	S. Schwarzengrund	7 (AMO, AMP, CFZ, EST, SUL, TRI, TET)
A4	S. Schwarzengrund	8 (AMO, AMP, CFZ, EST, NAL, SUL, TRI, TET)
A5	S. Schwarzengrund	9 (AMO, AMP, CFZ, IPM, EST, NAL, SUL, TRI, TET)
A6	S. Schwarzengrund	4 (EST, NAL, SUL, TET)
A7	S. Schwarzengrund	8 (AMO, AMP, CFZ, EST, NAL, SUL, TRI, TET)
A8	S. Schwarzengrund	8 (AMO, AMP, CFZ, EST, NAL, SUL, TRI, TET)
A9	S. Heidelberg	4 (NAL, SUL, TRI, TET)
A10	S. Typhimurium	7 (AMO, AMP, CFZ, NAL, SUL, TRI, TET)

Fonte: Autoria própria.

**Legenda:** 1AMO: amoxicilina, AMP: ampicilina, CFZ: cefazolina, EST: estreptomicina, IPM: imipenem, NAL: ácido nalidíxico, SUL: sulfonamidas, TET: tetraciclina, TRI: amoxicilina tri-hidratada.

## 2.2. DESINFETANTES

Utilizou-se três desinfetantes comerciais, de classes diferentes, comumente utilizados na avicultura, que contém os seguintes componentes: quaternária de amônia, hipoclorito de sódio e composto iodado. Os compostos químicos foram avaliados na concentração recomendada para desinfecção de superfícies, conforme o fabricante. Avaliou-se o tempo de ação de 5, 10 e 30 minutos (Quadro 2).

Quadro 2 - Composição e identificação dos desinfetantes manuseados para o teste, desinibidores e diluição recomendada correspondentes a cada produto

Desinfetante	Composição	Desinibidor	Diluição recomendada
Amônia quaternária	Cloreto de alquil dimetil benzil amônio (30g/100mL)	Caldo BHI com 0,5% de tween 80	1:2000
Hipoclorito de Sódio 1%	Hipoclorito de sódio com 2 a 2,50% de cloro ativo	Caldo BHI com 0,6 % de tiosulfato de sódio	1:200
Iodofor	Concentrado de iodophor contendo 2,25% de iodo livre	Caldo BHI com 0,6 % de tiosulfato de sódio	1:500

Fonte: Autoria própria.

### 2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento foi inteiramente casualizado, utilizando o fatorial 3 (desinfetantes) e 3 (tempo de ação). O grupo controle consistiu em um sem a cultura (controle negativo) e um sem o desinfetante (controle positivo). Os ensaios foram realizados com simulação de presença de matéria orgânica por meio do uso do soro fetal bovino estéril.

### 2.4. TESTE DE SUSCETIBILIDADE DAS CEPAS FRENTE AOS DESINFETANTES

A metodologia utilizada foi adaptada da diluição em tubos e inoculação em placas conforme descrito por Kich *et al.* (2004). Preparou-se tubos contendo 1mL de suspensão bacteriana, com aproximadamente 108 unidades formadoras de colônia (UFC)/mL, aos quais foram adicionados 250 µL de soro fetal bovino estéril, permanecendo por 30 minutos em temperatura ambiente. Após diluição conforme indicação do fabricante, os desinfetantes foram acrescidos na quantidade de 1 mL nos tubos contendo a suspensão, sendo incubados a temperatura ambiente durante os tempos de contato de 5, 10 e 30 minutos. Após o período de incubação, foi acrescentado nos tubos 7,75 mL do desinibidor de cada desinfetante (KICH *et al.*, 2004). Uma alíquota de 100 mL de cada tubo foi semeada em placas contendo Ágar PCA e incubada a 37°C por 24 horas. Então, verificou-se a viabilidade bacteriana e realizou-se a contagem das unidades formadoras de colônia (UFC). Foram consideradas amostras sensíveis aos desinfetantes as contagens de 0 a 10 UFC.

Nos tubos controles, 1mL de solução salina a 0,85% foi acrescentada no lugar dos desinfetantes. Após os tempos de contato, retirou-se uma alíquota de 100µL de cada tubo, executando-se diluições seriadas em tubos contendo 90µL de solução salina a 0,85%, sendo semeadas em Ágar PCA.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que nenhum dos desinfetantes avaliados foi 100% eficaz frente a todas as amostras testadas (Tabela 1), com grandes variações conforme tempo de exposição ao composto (Gráfico 1). Esses resultados podem ter sido influenciados pelo desafio com uso de matéria orgânica, prejudicando a ação dos desinfetantes e necessitando de maior tempo de contato para efetividade (JAENISCH, 2010).

Outra possível causa é o fenótipo de resistência múltipla aos antibióticos das amostras de *Salmonella* spp. analisadas. As bactérias com resistência múltipla a drogas (MDR) presentes na cadeia produtiva dos alimentos de origem animal relacionam-se ao uso indiscriminado de antibióticos, tornando-se um risco à saúde pública (MACHADO *et al.*, 2020). A utilização dos antimicrobianos acarreta pressão seletiva sob microrganismos, formando-se populações resistentes (DAVIS *et al.*, 2015). Os mecanismos de resistência de antibióticos envolvem a transferência genética, adaptação, degradação enzimática de compostos e bombas de efluxo; sendo semelhantes aos mecanismos dos desinfetantes (CARLIE, BOUCHER e BRAGG, 2020; STEFANY *et al.*, 2018).

O sistema de bombas de refluxo é um mecanismo relacionado à resistência microbiana mais comum em desinfetantes, tendo destaque nas bactérias gram-negativas (SILVA, 2017). Essa resistência é proveniente da presença de uma membrana externa que expelle compostos para o exterior por meio de proteínas membranares. À medida que as bombas de efluxo impedem o acúmulo de antimicrobianos na célula, as bactérias tornam-se adaptáveis ao ambiente e resistentes aos antibióticos e desinfetantes (KREWER *et al.*, 2012).



Tabela 1 - Contagem de *Salmonella* spp. de diferentes sorovares submetidas a teste *in vitro* de desinfetantes com presença de matéria orgânica.

Identificação	Sorovar	Tempo de ação	Unidades Formadoras de colônia (UFC/mL)		
			Amônia	Iodo	Hipoclorito
A1	S. Albany	5 min.	8	> 250	79
		10 min.	42	> 250	15
		30 min.	11	> 250	0
A2	S. Schwarzengrund	5 min.	162	110	7
		10 min.	36	120	11
		30 min.	16	> 250	0
A3	S. Schwarzengrund	5 min.	112	121	99
		10 min.	43	140	48
		30 min.	42	> 250	0
A4	S. Schwarzengrund	5 min.	41	93	111
		10 min.	12	141	0
		30 min.	19	> 250	37
A5	S. Schwarzengrund	5 min.	6	> 250	1
		10 min.	16	67	0
		30 min.	0	> 250	0
A6	S. Schwarzengrund	5 min.	56	> 250	> 250
		10 min.	76	> 250	16
		30 min.	56	> 250	6
A7	S. Schwarzengrund	5 min.	45	> 250	> 250
		10 min.	71	> 250	22
		30 min.	105	> 250	2
A8	S. Schwarzengrund	5 min.	2	> 250	> 250
		10 min.	> 250	> 250	17
		30 min.	53	> 250	86
A9	S. Heidelberg	5 min.	1	111	43
		10 min.	3	136	27
		30 min.	2	121	20
A10	S. Typhimurium	5 min.	> 250	> 250	> 250
		10 min.	30	> 250	39
		30 min.	32	> 250	7

Fonte: Autoria própria.

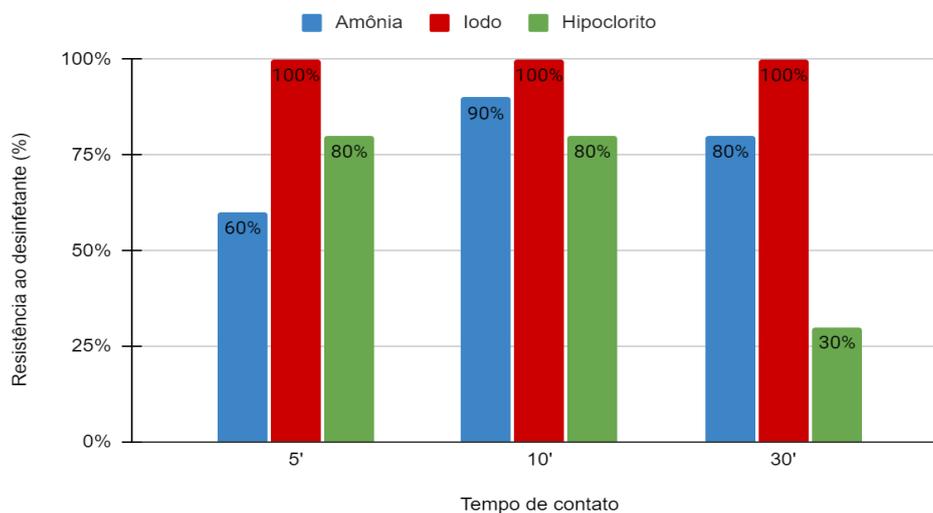
Verificou-se que o sorovar *Salmonella* Typhimurium (amostra 10) apresentou maior perfil de resistência a ação dos três desinfetantes avaliados, apresentando sensibilidade somente no tempo de exposição por 30 minutos frente ao hipoclorito de sódio (<10 UFC/g). A amostra 10 possui resistência a sete antibióticos (Quadro 1), mostrando-se multirresistente. Borges *et al.* (2019) também encontrou o perfil de

multirresistência nas cepas de *Salmonella* Typhimurium ao conduzir um estudo sobre o padrão de resistência antimicrobiana de *Salmonella* spp. oriundas de fontes avícolas, destacou o sorovar com maior resistência em relação aos outros sorotipos testados.

A amostra 9, cepa pertencente a *Salmonella* Heidelberg, mostrou-se como a mais sensível aos desinfetantes testados, manifestando menor contagem bacteriana aos desinfetantes testados (Tabela 1). A cepa possui resistência a quatro antibióticos (Quadro 1). O perfil sensível também foi observado por Ribeiro (2019), ao analisar catorze cepas de *S. Heidelberg* isoladas de alimentos e material clínico humano observou-se que 71,43% eram muito sensíveis, sem resistência a mais de três antibióticos.

Quanto aos desinfetantes, o iodo foi o princípio mais ineficaz, pois 100% das amostras de *Salmonella* spp. avaliadas nos três tempos de contato foram resistentes ao teste (Gráfico 1). Segundo a ANVISA (2007), o iodóforo atua na penetração da parede celular bacteriana, procedendo a inativação das células, e assim, alterando as membranas celulares. No entanto, o iodo perde sua atividade antimicrobiana quando entra em contato com a matéria orgânica, e também pode perder a eficiência devido à concentração, temperatura, tempo de exposição e pH. Assim, a ineficácia do iodo contra *Salmonella* pode ter sido influenciada pela presença de matéria orgânica, no desafio do teste de desinfetante.

Gráfico 1 - Perfil de resistência de 10 isolados de *Salmonella* spp. frente aos desinfetantes amônia quaternária, iodo e hipoclorito de sódio, empregados da cadeia produtiva de frangos de corte (aviários e abatedouros) do Estado do Maranhão, Brasil.



Fonte: Autoria própria.

A amônia quaternária apresentou elevados índices de resistência (Gráfico 1), mostrando melhor eficiência no tempo de cinco minutos, com menor número de amostras com resistência (60%). O mecanismo de ação proposto para amônia quaternária envolve a adsorção dos sais de amônio quaternário e penetração na parede celular; e/ou a reação com a membrana citoplasmática (MONTORO et al., 2020). Segundo Hegstad *et al.* (2010) e Vijayakumar *et al.* (2018), a resistência bacteriana a amônia quaternária adquirida por bactérias Gram-negativas, como *Salmonella* spp., pode se relacionar a presença da membrana externa na parede celular, além de bombas de efluxo, que expulsam o composto da célula. Ressalta-se ainda que se ocorrer uma longa exposição dessas bactérias no ambiente frente a formulações que contenham esses compostos, pode-se selecionar populações bacterianas resistentes (MUÑOZ, 2019).

Resultados de resistência de *Salmonella* spp. frente a amônia quaternária foram encontrados em outros estudos. Bassani (2017) fez um estudo comparativo sobre o sorovar Heidelberg proveniente do setor avícola em dois períodos de tempo. Ao avaliar o sanitizante na mesma concentração, 200 ppm a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , e ao tempo de contato, 5 minutos, a frequência de resistência em 2006 foi de 20% e em 2016 de 55%, detectando uma resistência adquirida ao longo do tempo. Colla *et al.* (2012) que encontraram 100% de eficiência da amônia quaternária no tempo de 10 minutos e concentração 0,5%. Em seguida, Colla *et al.* (2014), ao avaliar em concentração de 1% e 10 minutos de contato, a efetividade para os isolados de S. Heidelberg reduziu para 89,2%.

O hipoclorito de sódio destacou-se com um menor índice de perfil de resistência microbiana, com os melhores resultados para o tempo a partir de 10 minutos de exposição com a matéria orgânica (Gráfico 1). O desinfetante apresentou um melhor desempenho no tempo de 30 minutos, com 70% das cepas sensíveis à ação do composto (Gráfico 1). Segundo Spinosa *et al.* (2006), a ação antimicrobiana deste sanitizante ocorre com a liberação do ácido hipocloroso em solução aquosa, sendo mais efetivo em presença de pH baixo. Seu efeito principal é a ação oxidativa, ocasionando danos à membrana, provocando o rompimento da síntese proteica do DNA. O efeito sanitizante é diretamente proporcional ao aumento da concentração e inversamente à compatibilidade biológica (ESTRELA *et al.*, 2002). Jaenisch (2010) e Bassani (2017) também tiveram resultados favoráveis da eficiência do sanitizante hipoclorito de sódio.



O primeiro destacou a eficiência a 1% e a 0,1% de cloro ativo, e o segundo avaliou que independentemente da concentração utilizada, o sanitizante foi eficiente já aos 5 minutos de contato.

Das 10 amostras avaliadas, a *Salmonella* Typhimurium mostrou maior resistência (Quadro 1), entretanto, ao ser avaliada no tempo de 30 minutos com o hipoclorito de sódio, apresentou sensibilidade (Tabela 1). Scur *et al.* (2016) conduziu um teste de eficácia no controle dos sorotipos de *Salmonella* isoladas de granjas avícolas, nele notou-se que para *S. Typhimurium*, o hipoclorito de sódio, promoveu a maior redução nas contagens de UFC em duas concentrações ( $\frac{1}{2}$  CR e CR).

Tendo em vista os resultados apresentados e a observação de diferenças em outros estudos, nota-se a relevância de avaliar a atuação de sanitizantes na disseminação de *Salmonella* spp. no setor avícola. Com o constante progresso da avicultura brasileira, é imprescindível que os programas de biossegurança acompanhem a efetividade dos desinfetantes, elegendo princípios ativos e tempos de ação adequados ao combate do patógeno.

Uma possibilidade de reduzir a seleção de *Salmonella* spp. resistente é a adoção de um sistema de rodízios de princípios de desinfetantes para reduzir a pressão de seleção de microrganismos resistentes (SCUR *et al.*, 2016). Enfatiza-se ainda a importância de se adotar a etapa de higienização prévia das superfícies para retirada do excesso de matéria orgânica no ambiente antes da desinfecção, visto que esta reduz a eficácia dos compostos microbicidas ou leva a maior tempo de exposição ao produto para que se tenha redução da carga microbiana a níveis seguros.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições que foram realizadas o trabalho, conclui-se que os isolados de *Salmonella* com perfil de resistência a antimicrobianos da cadeia produtiva de aves possuem alta resistência a ação dos desinfetantes a base de amônia quaternária, iodo e hipoclorito de sódio, quando em presença de matéria orgânica. O desinfetante à base de hipoclorito de cloro no tempo de 30 minutos mostrou melhor eficácia frente a maioria dos sorovares. Reforça-se a necessidade da higienização prévia para melhor efetividade dos desinfetantes e de monitorar a ação dos sanitizantes frente a este



patógeno em testes de avaliações in vitro, para garantir a prevenção e controle de *Salmonella* spp. no ambiente avícola.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, E.; HENRIQUE, H. **Sistema de criação de frango de corte**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Emater-DF, 2009. 76 p.: il. (Coleção Emater, ISSN 167 6-9279; n. 7).
- ANVISA. **Segurança do paciente: Higienização das mãos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Ministério da Saúde), 2007. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual\\_integra\\_lavagem\\_das\\_maos\\_anvisa.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/servicosdesaude/publicacoes/manual_integra_lavagem_das_maos_anvisa.pdf). Acessado em: jan, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório Anual de 2020**. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais> Acessado em: Setembro, 2022.
- BARROS, I.; LIMA, T.; STELLA, A. Salmonelose aviária e saúde pública: atualidades e o seu controle no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 17, n. 32, p.458, 2020. Disponível em: < <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/64> >. Acessado em abril, 2021.
- BASSANI, J. Eficácia de sanitizantes e susceptibilidade antimicrobiana de *Salmonella* Heidelberg isoladas de fontes avícolas em 2006 e 2016. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/170355/001052280.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em: jan, 2021.
- BORGES, K. A. *et al.* Antimicrobial Resistance and Molecular Characterization of *Salmonella enterica* Serotypes Isolated from Poultry Sources in Brazil. **Rev. Bras. Cienc. Avic.** v. 21, n. 01, 2019. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbca/a/mcpFxD8g3WWHgk97FDtFnTt/?lang=en> >. Acessado em: abril, 2021.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 60, 23 de dezembro de 2019**. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26. Dez. 2019<sup>a</sup>. Seção 1, p. 133. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-ndeg-60-de-23-de-dezembro-de-2019.pdf/view> Acessado em: Fev, 21.



- BRASIL. **Instrução Normativa nº -20, de 21 de outubro de 2016.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ficam estabelecidos o controle e o monitoramento de *Salmonella* spp. nos estabelecimentos avícolas comerciais de frangos e perus de corte e nos estabelecimentos de abate de frangos, galinhas, perus de corte e reprodução, registrados no Serviço de Inspeção Federal (SIF), com objetivo de reduzir a prevalência desse agente e estabelecer um nível adequado de proteção ao consumidor. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25. Out. 2016<sup>a</sup>. Seção 1, p. 13. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia//asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22061817/do1-2016-10-25-instrucao-normativa-n-20-de-21-de-outubro-de-2016-22061778-22061778](https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22061817/do1-2016-10-25-instrucao-normativa-n-20-de-21-de-outubro-de-2016-22061778-22061778) Acessado em: março, 2021.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 78, de 3 de novembro de 2003. Normas Técnicas para Controle e Certificação de Núcleos e Estabelecimentos Avícolas como Livres de *Salmonella* Gallinarum e de *Salmonella* Pullorum e Livres ou Controlados para *Salmonella* Enteritidis e para *Salmonella* Typhimurium. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 05. nov. 2003a. Seção 1, p. 3.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº70, de 6 de outubro de 2003. Institui o Programa de Redução de Patógenos – Monitoramento Microbiológico e Controle de *Salmonella* sp. em carcaças de frangos e perus. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 out. 2003b. Seção 1, p. 9.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Fundação Oswaldo Cruz. Laboratório de Referência Nacional de Enteroinfecções Bacterianas, Instituto Adolfo Lutz. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de *Salmonella* spp.** 1<sup>a</sup> ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.
- BURBARELLI, M. Limpeza e desinfecção em galpões de frango de corte: Eficiência, produtividade e avaliação econômico-financeira frente a *Campylobacter* spp. **Tese** (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-05102016-102907/publico/MARIA\\_FERNANDA\\_DE\\_CASTRO\\_BURBARELLI\\_Original.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10135/tde-05102016-102907/publico/MARIA_FERNANDA_DE_CASTRO_BURBARELLI_Original.pdf) Acessado em: Nov, 2021.
- CARDOSO, A. L. S. P.; KANASHIRO, A. M. I.; STOPPA, G. F. Z.; CASTRO, A. G. M.; LUCIANO, R. L.; TESSARI, E. N. C. Prevalência de *Salmonella* Enteritidis isoladas de suabes de arrasto em granjas de frangos de corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano XI, n.20, janeiro, 2013. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/1YUXYzMh06p2zNb\\_2013-6-19-17-33-7.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/1YUXYzMh06p2zNb_2013-6-19-17-33-7.pdf). Acessado em: Fev, 2022.



- CARLIE, S. M.; BOUCHER, C. E.; BRAGG, R. R. Molecular basis of bacterial disinfectant resistance. **Drug Resist Updat**, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31830738/>. Acessado em: Nov, 2021.
- CAVALCANTI, F. **Avicultura caipira**: estudo de mercado para a cadeia da galinha caipira. Natal : SEBRAE/RN, 2019. p.13.
- COBB. **Manual de Manejo de Frangos de Corte**. Avicultura inteligente, 2009.
- COLLA, F. *et al.* Avaliação *in vitro* de clorexidina, amônia quaternária e ácido peracético frente a amostras de *Salmonella* Heidelberg isoladas de abatedouro avícola em 2005 e 2009. **Pesq. Vet. Bras.** vol.32 no.4 Rio de Janeiro Apr. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/GP9hdHLVzNGdxnRxSptb4VL/?format=pdf>. Acessado em: Jan, 2022.
- COLLA, F. *et al.* Perfil de sensibilidade aos antimicrobianos e eficácia de sanitizantes frente aos isolados de *Salmonella* spp. oriundos de carcaças suínas no Rio Grande do Sul. **Pesq. Vet. Bras.** vol.34 no.4 Rio de Janeiro Apr. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/ZYvwDFkYZjwsGRKzyp9Ls5n/?format=pdf>. Acessado em: Fev, 2021.
- COSTA, J. Impactos das salmoneloses na avicultura e na saúde pública: uma revisão de literatura. **Monografia** (Graduação em Bacharel em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Da Paraíba, Areia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/19161/1/JDFC07012021-MV315.pdf> Acessado em: Mar, 2021.
- CUI, H. *et al.* Fabrication of chitosan nanofibers containing tea tree oil liposomes against *Salmonella* spp. in chicken. **Lwt – Food Science and Technology**. v. 96, n. 1, p. 671-678. Jun. 2018.
- DAVIS, M. *et al.* Recent emergence of *Escherichia coli* with cephalosporin resistance conferred by *bla* CTX-M on Washington State dairy farms. **Appl. Environ. Microbiol.** V.81, p.4403–4410, 2015.
- ESTRELA, C. *et al.* **Mechanism of action of sodium hypochlorite**. **Braz. Dent. J.** vol.13 no.2 Ribeirão Preto: 2002.
- HEGSTAD, K. *et al.* Does the wide use of quaternary ammonium compounds enhance the selection and spread of antimicrobial resistance and thus threaten our health? **Microbial Drug Resistance**, v. 16, n. 2, p. 91-104, 2010.
- JAENISCH, F. *et al.* Comunicado Técnico: Importância da Higienização na Produção Avícola. **Embrapa**: Concórdia, Santa Catarina, 2004. p. 1-2.
- JAENISCH, F.; Kuchiishi, S.; Coldebella, A. Atividade antibacteriana de desinfetantes para uso na produção orgânica de aves. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.2, p.384-388, fev, 2010.



- KREWER, C. C. *et al.* Suscetibilidade a desinfetantes e perfil de resistência a antimicrobianos em isolados de *Escherichia coli*. **Pesq. Vet. Bras.** 32 (11), nov. 2012.
- MACHADO, G. B. *et al.* Isolamento e perfil de suscetibilidade a antimicrobianos de isolados de *Salmonella* obtidos durante o abate de suínos. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 54405-54413, aug. 2020.
- MONTORO, L. A. *et al.* Produtos Desinfetantes para o Enfrentamento da Pandemia de COVID-19. **Rev. Virtual Quim.**, 2020, 12 (5), 1114-1128. Disponível em: [https://rvq.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=1242](https://rvq.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1242). Acessado em: Jan, 2022.
- MOREIRA, N. Estudo sobre *Salmonella* sp. e seus mecanismos de resistência a antibióticos. 2012. **Seminário** (Pós - Graduação em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/VERS%C3%83O\\_DEFINITIVA\\_SEMINARIO\\_2.pdf?1355416273](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/VERS%C3%83O_DEFINITIVA_SEMINARIO_2.pdf?1355416273). Acessado em: Jan, 2021.
- MUÑOZ, M. H. E. Resistência aos compostos de amônio quaternário (QACs) de uso doméstico e hospitalar em patógenos proprietários multirresistentes. **Dissertação** (Mestrado em Farmácia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2019. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9136/tde-02072019-182022/publico/Maria\\_Elena\\_Espinoza\\_Munoz\\_ME\\_Corrigida.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9136/tde-02072019-182022/publico/Maria_Elena_Espinoza_Munoz_ME_Corrigida.pdf) Acessado em: Mar, 2022.
- RIBEIRO, L. P. *Salmonella* Heidelberg isoladas de alimentos e pacientes humanos: susceptibilidade aos antimicrobianos. **TCC** (Faculdade de Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/23465/1/SalmonellaHeidelbergIsoladas.pdf> Acessado em: Oct, 2021.
- RUI, B. R.; ANGRIMANI, D. S. R.; CRUZ, L. V.; MACHADO, T. L.; LOPES, H. C. Principais métodos de desinfecção e desinfetantes utilizados na avicultura: revisão de literatura. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v. 16, 2011.
- SCUR, M. *et al.* Atividade de desinfetantes frente a sorotipos de *Salmonella* isolados de granjas avícolas. **Rev. bras. saúde prod. anim.** vol.17 no.4 Salvador Oct./Dec. 2016.
- SILVA, A. L. C. M. A Contribuição de Bombas de Efluxo para a Resistência em *Arcobacter butzleri*. **Dissertação** (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2017. Disponível em: [https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/6631/1/5598\\_11554.pdf](https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/6631/1/5598_11554.pdf). Acessado em: Mar, 2021.
- SPINOSA, H.; GORNIK, S.; BERNARDI, M. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. Cap.35, p. 441-447.



- STEFANI, M.L. *et al.* *Salmonella* Heidelberg resistente ao ceftiofur e desinfetantes rotineiramente utilizados na avicultura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 3, p. 1029-1036, maio/jun. 2018. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/39-\(2018\)-3/salmonella-heidelberg-resistente-ao-ceftiofur-e-desinfetantes-rotineir/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/39-(2018)-3/salmonella-heidelberg-resistente-ao-ceftiofur-e-desinfetantes-rotineir/). Acessado em: Fev, 2022.
- PANNEITZ, Ana Karolina et al. Avaliação de formação de biofilme de diferentes sorovares de *Salmonella* sp. isolados de frango de corte. **Tcc** (Graduação em Medicina Veterinária) - a Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/244335>. Acessado em: Jan, 2023.
- VIEIRA, G. *et al.* Desinfetantes utilizados em avicultura. Encarte Especial, **AviSite**, 2015. Disponível em: <https://www.semadesc.ms.gov.br/encarte-especial-da-avisite-sobre-limpeza-e-desinfeccao-de-granjas-e-incubatorios-confira-aqui/>. Acessado em: Setembro, 2022.
- VIJAYAKUMAR, R. *et al.* Distribution of biocide resistant genes and biocides susceptibility in multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinobacter baumannii* - a first report from the Kingdom of Saudi Arabia. **Journal of Infection and Public Health**, v. 11, n. 6, p. 812-816, 2018. Disponível em: [https://rvq.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=1242](https://rvq.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=1242) Acessado em: Mar, 2022.
- WORLD ORGANIZATION FOR ANIMAL HEALTH - OIE. **Salmonellosis**. Terrestrial Manual, maio, 2010. Disponível em: [www.oie.int/.../2.09.09\\_SALMONELLOSIS.pdf](http://www.oie.int/.../2.09.09_SALMONELLOSIS.pdf). Acessado em: Setembro, 2022.

# CAPÍTULO XIV

## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO SORO OBTIDO A PARTIR DA PRODUÇÃO DO QUEIJO COALHO: UMA AVERIGUAÇÃO SOBRE O SEU REAPROVEITAMENTO

PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF THE WHEY OBTAINED FROM THE PRODUCTION OF COALHO CHEESE: AN INVESTIGATION ON ITS REUSE

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-14

Lidiane Pinto de Mendonça<sup>1</sup>  
Renata Cristina Borges da Silva Macedo<sup>2</sup>  
Flávio Estefferson de Oliveira Santana<sup>3</sup>  
Lieberberton Ferreira dos Santos<sup>4</sup>  
Karoline Mikaelle de Paiva Soares<sup>5</sup>  
Katia Regina Souza<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda em Bioquímica pela Faculdade Federal do Ceará.

<sup>2</sup> Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

<sup>3</sup> Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Produção Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

<sup>4</sup> Doutorando do programa Fitotecnia Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

<sup>5</sup> Professora Adjunta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

<sup>6</sup> Professora Adjunta do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN - Campus Currais Novos.

### RESUMO

O queijo coalho é um alimento que pode ser obtido através da coagulação enzimática do leite por meio do coalho. Conhecido na região nordeste, a partir da sua produção é obtido o soro, um subproduto que pode ser reaproveitado na fabricação de novos produtos por ter na sua composição nutrientes de interesse como proteínas, vitaminas e minerais. Devido a essas características, há uma tendência na sua reutilização, no entanto, deve apresentar uma adequada qualidade nutricional e físico-química para que possa ser reaproveitado em outros produtos. Com base no exposto, objetivo dessa pesquisa foi obter o soro a partir do processo de produção do queijo coalho e analisar suas características físico-químicas. A pesquisa é do tipo experimental de natureza quanti-qualitativa, englobando análises físico-química do soro do queijo coalho constando de pH, acidez, umidade, cinzas e proteínas. As amostras de soro obtidas a partir da produção do queijo coalho caracterizavam-se por ser um líquido turvo e com coloração amarelada.

Apresentaram valores variando entre 92,1 a 93,1 % para umidade, 0,53 a 0,63 % para cinzas, 6,4 a 6,5 para pH, 1,39 a 1,55 % para acidez e 0,49 a 0,59 % de proteínas. Esses resultados confirmam os dados obtidos na literatura, demonstrando que o subproduto da produção de queijos pode ser promissor na utilização de outros produtos. Novos estudos poderão ser produzidos a partir dessa pesquisa, objetivando inserir esse novo alimento no mercado alimentício.

**Palavras-chave:** Reaproveitamento. Produtos lácteos. Controle de qualidade.

### ABSTRACT

Coalho cheese is a food that can be obtained through the enzymatic coagulation of milk through rennet. Known in the northeast region, whey is obtained from its production, a by-product that can be reused in the manufacture of new products because it contains nutrients of interest such as proteins, vitamins and minerals. Due to these characteristics, there is a tendency



for its reuse, however, it must have an adequate nutritional and physical-chemical quality so that it can be reused in other products. Based on the above, the objective of this research was to obtain the whey from the production process of coalho cheese and analyze its physicochemical characteristics. The research is of the experimental type of quantitative-qualitative nature, encompassing physicochemical analyzes of the whey of the coalho cheese, consisting of pH, acidity, humidity, ash and proteins. The serum samples obtained from the production of coalho cheese were characterized by being a

cloudy and yellowish liquid. They presented values ranging from 92.1 to 93.1% for moisture, 0.53 to 0.63% for ash, 6.4 to 6.5 for pH, 1.39 to 1.55% for acidity and 0.49 to 0.59% protein. These results confirm the data obtained in the literature, demonstrating that the by-product of cheese production can be promising in the use of other products. New studies may be produced from this research, aiming to insert this new food in the food market.

**Keywords:** Reuse. Dairy products. Quality control.

## 1. INTRODUÇÃO

O queijo é um produto fresco ou maturado obtido da coagulação enzimática e separação correta do soro do leite. Essa coagulação pode ser realizada através da ação da renina, uma enzima obtida a partir do estômago de animais (SALOTTI *et al.*, 2022). Esse produto é um dos mais comuns na região nordeste, podendo variar em sabores e formato dependendo da região de produção (OLIVEIRA, 2015).

Um dos queijos mais comuns é o queijo coalho, tipicamente brasileiro, através do seu processo de produção há a obtenção do soro (LIMA; ROCHA, 2016). O soro do queijo coalho pode conferir propriedades de interesse em outros produtos, já que esse pode causar danos ao meio ambiente se for descartado de modo inadequado, a sua transformação em outros produtos pode ser uma boa alternativa para minimização desses danos (SANTOS, 2022),

Cruz e colaboradores (2017) relatam que a tendência contemporânea no reaproveitamento de produtos e o seu uso na dieta diária da população, instiga a indústria a buscar inovações no setor alimentício, priorizando o uso de matérias primas regionais e que tragam consigo uma carga nutricional que atendam às necessidades fisiológicas, bem como, um alimento que possua nutrientes capazes de contribuir na saúde da população. No entanto, o soro obtido a partir da produção do queijo coalho deve apresentar uma adequada qualidade físico-química e conter na sua constituição nutrientes para que possa ser reaproveitado em outros produtos (ALVES *et al.*, 2014).

A análise de minerais e proteínas não deve ser descartada para garantir um bom aporte nutricional do soro obtido nesse processo de produção (SOUSA *et al.*, 2014), bem como, a avaliação de acidez, que pode auxiliar no controle de qualidade (LIMA; LEAL,



2017). Atrelado a isso, a análise do potencial hidrogeniônico também pode indicar a qualidade microbiana, uma vez que, as reações químicas que acontecem no momento da adição do coalho dependem das variações do pH (SOUSA *et al.*, 2014). Todas essas análises são cruciais pois podem indicar contaminação microbiológica, que em teoria pode provocar as doenças transmitidas por alimentos (DTA), doenças essas provocadas pela ingestão de alimento que contenha microrganismos patogênico (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Com base no exposto, objetivo dessa pesquisa foi obter o soro a partir do processo de produção do queijo coalho, bem como, analisar suas características físico-químicas.

## 2. METODOLOGIA

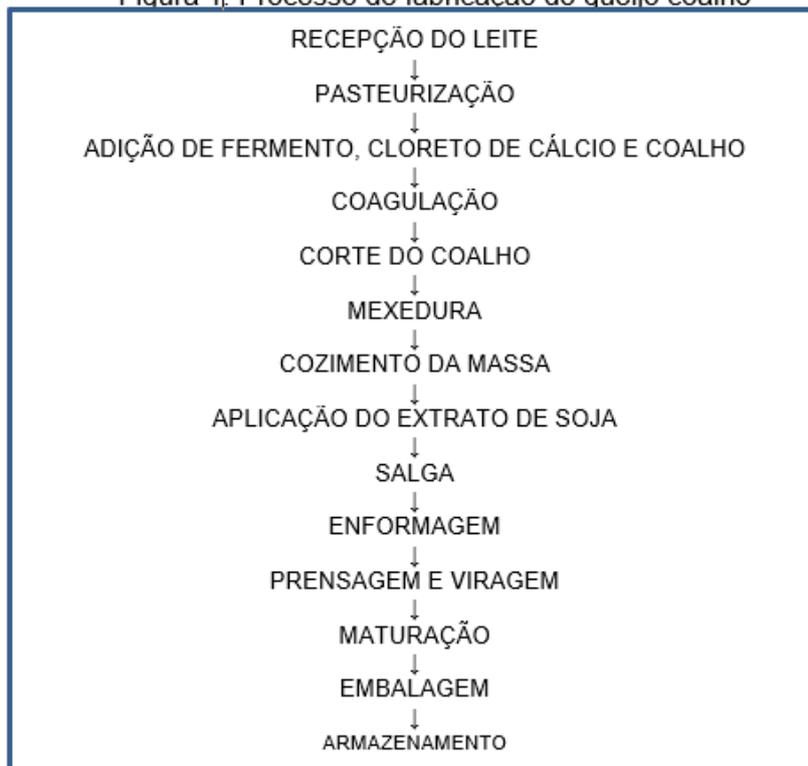
A pesquisa é do tipo experimental de natureza quanti-qualitativa. A pesquisa do tipo experimental busca através de uma investigação, esclarecer dados, buscar novos conhecimentos e mostrar novas ideias, e por vezes pode até modificar o conceito já existente anteriormente através dos dados levantados durante a pesquisa (CHEHUEN NETO, 2012).

Em parceria com o instituto federal do Rio Grande do Norte, o presente estudo foi realizado na Universidade Federal Rural do Semi-árido localizada no município de Mossoró/RN, no qual aborda análises físico-química do soro do queijo coalho constando de pH, acidez, umidade, cinzas e proteínas. O leite (15 litros) para a produção do queijo foi obtido em três (5 litros em cada) diferentes supermercados do município de Mossoró/RN, e posteriormente, foi transportado em caixas isotérmicas para o laboratório de tecnologia de alimento localizado Universidade Federal Rural do Semi-árido.

A produção de queijo coalho para obtenção do soro se baseou no manual da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária do ano de 2006 (figura 1).



Figura 1: Processo de fabricação do queijo coalho



Fonte: EMBRAPA, 2006.

Após obtenção do leite, o mesmo foi pasteurizado a 75 °C durante vinte segundos e logo em seguida resfriado até chegar a uma temperatura de 35 °C. Para elaboração do queijo foi adicionado o coalho, ácido láctico e cloreto de cálcio para a devida coagulação. Após a coagulação, a massa passou pelo corte, mexedura e cozimento. Após o cozimento a massa foi dessorada onde nesse momento foi retirado o soro e em seguida armazenado a 8 °C para posterior análises. Dos 15 litros de leite, foram produzidas 3 amostras de queijo (340 g cada) e obtidos 3 litros do soro (cada amostra). Após a obtenção das três amostras do soro, as análises físico-químicas foram realizadas em triplicatas.

As análises físico-química foram realizadas de acordo com as normas do instituto Adolfo Lutz (2008), composta por acidez titulável, potencial hidrogeniônico, umidade, cinzas e análise de proteína.

Para acidez titulável foi utilizada a acidez pelo método porcentagem de ácido láctico, no qual mediu-se 10mL da amostra e posteriormente depositada em frasco Erlenmeyer. Por seguinte, foi adicionada 3 gotas de solução de fenolftaleína e sequentemente houve a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 M sob agitação constante, até coloração rósea persistente por 30 segundos.

Para aferição do pH, foram coletadas alíquotas para determinação direta no pHmetro, no qual 10mL da amostra foi homogeneizada para definição do valor.

Para a análise de umidade primeiramente as amostras foram evaporadas em banho-maria a 37 °C durante 30 minutos até a consistência pastosa, após isso, secou-se os cadinhos em estufa a 130 °C por 6 hora. Em seguida os cadinhos foram resfriados em dessecador para posterior pesagem. Pesou-se 5 gramas da amostra no cadinho seco e a transferiu em estufa a 105 °C até peso constante para determinação do teor de umidade.

Para se obter o teor cinzas foram pesados cadinhos vazios com o uso de uma balança analítica. Posteriormente foi adicionado 5 gramas do soro em cada cadinho. As amostras foram para estufa a 37°C por 30 minutos, e após isso, foram transferidas para mufla a 550Cº durante uma hora. Após o tempo determinado usou-se um dessecador para o resfriamento e a balança analítica para pesagem e assim calculado o teor de cinzas das amostras.

Para a determinação do teor de proteína, utilizou-se o método de Kjeldahl que resulta o teor de nitrogênio total na amostra, através das etapas de digestão, destilação e titulação. Utilizou-se o fator de 6,38 para a conversão de nitrogênio total em proteínas, se baseando em leites e derivados.

Os dados foram tabulados em planilha do Excel no qual os resultados serão expressos e porcentagem. Os resultados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA), as médias obtidas comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância utilizando o programa estatístico SISVAR.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de soro obtidas a partir da produção do queijo coalho caracterizavam-se por ser um líquido turvo e com coloração amarelada (figura 3). Os resultados médios das análises físico-químicas de caracterização dos soros de queijo coalho estão apresentados na Tabela 1.



Figura 1: Produção do queijo para obtenção do soro.



Fonte: Autor, 2022.

Tabela 1: Análise de umidade, cinzas, pH, acidez e teor proteico das amostras do soro obtido a partir da produção do queijo coalho.

Soro	Umidade (%)	Cinzas (%)	pH	Acidez (%)	Teor Protéico (%)
A1	92±1,114 <sup>a</sup>	0,63±0,004 <sup>b</sup>	6,4±0,047 <sup>a</sup>	1,55±0,009 <sup>b</sup>	0,54±0,008 <sup>ab</sup>
A2	93±1,115 <sup>a</sup>	0,55±0,056 <sup>ab</sup>	6,5±0,124 <sup>a</sup>	1,39±0,053 <sup>a</sup>	0,59±0,004 <sup>b</sup>
A3	92±1,699 <sup>a</sup>	0,53±0,020 <sup>a</sup>	6,4±0,047 <sup>a</sup>	1,45±0,040 <sup>b</sup>	0,49±0,043 <sup>a</sup>

Valores apresentados como média ± desvio padrão; médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha significam diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

De acordo com Pescuma et al. (2010), o soro obtido a partir da produção do queijo é composto por 5 % lactose, 93 % de água, 0,9 % de proteínas, 0,5 % de vitaminas e minerais e cerca de 0,4 % de gordura, sendo um subproduto promissor na fabricação de outros alimentos.

A umidade representa a quantidade total de água em um produto alimentício, sendo uma das determinações cruciais na análise em alimentos, e o seu monitoramento se torna importante na qualidade durante a estocagem. Em produtos lácteos pode avaliar a qualidade, auxiliando na conservação e utilização na produção de novos alimentos (CRABBIS *et al.*, 2018).

Os valores de umidade variaram de 92 % a 93 %, sendo caracterizado como um produto com elevado teor de água, essas amostras não diferiram estatisticamente entre si. Esses dados confirmam o que relatam Pescuma e colaboradores, que o soro do leite tem cerca de 93 % de água. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Bald et al. (2014), no qual teve objetivo avaliar as características físico-químicas de soros

de queijo ricota coletados em uma indústria de laticínios do Vale do Taquari visando ao aproveitamento na elaboração de novos produtos alimentícios. Os valores obtidos pelos autores variaram de 94,06 % a 94,58 %. Em relação a isso, Teixeira e Fonseca (2008) verificaram o perfil físico-químico de soros de queijos muçarela e minas-padrão em quatro das cinco macrorregiões. Os valores padrão encontrados para a umidade do soro de queijo muçarela foi 93,67 % e 93,97 % para minas-padrão. Esses resultados sugerem que os soros obtidos a partir da produção das três amostras de queijos coalhos, se apresentam dentro da normalidade.

A acidez e o potencial hidrogeniônico são parâmetros que verificam mudanças na bioquímica dos alimentos ao decorrer da sua estocagem, e dão indícios acerca da acidificação presente na amostra. O pH representa a quantidade de íons de hidrogênios dissociados, sendo que quanto maior quantidade desses compostos, mais ácida é o produto. O pH e a acidez são inversamente proporcionais, quanto maior o pH menor é a acidez (ANDRADE; OLIVEIRA; KICH, 2013).

Já o conteúdo de mineral, mais conhecido como cinzas, são componentes essenciais que não fornecem calorias, porém, se encontram no organismo desempenhando diversas funções, dentre elas, reguladores orgânicos que controlam os impulsos nervoso, balanço ácido-base do organismo e componentes ou ativadores/reguladores de inúmeras enzimas. É a fração inorgânica do alimento obtida após a destruição da forma orgânica em temperatura superior a 500°C (GRANATO, 2016).

Nesse sentido, os soros analisados apresentaram valores de pH variando de 6,4 a 6,5, não havendo diferença estatística entre si. Já os valores de acidez variaram de 1,39 % a 1,55 %, sendo que a amostra A2 diferiu estatisticamente da amostra A1 e A3. Em relação ao conteúdo de cinzas os valores variaram entre 0,53 % a 0,63 %, sendo que a amostra A1 diferiu estatisticamente da amostra A3. Os dados apresentados confirmam o que relatam Pescuma e colaboradores (2010), que o soro obtido da produção dos queijos contém 0,5 % de vitaminas e minerais. Semelhantemente aos resultados encontrados nessa pesquisa, Bald e colaboradores (2014) ao analisar as características físico-químicas de soros de queijo ricota encontraram valores variando de 0,50 % a 0,52 % para cinzas, 5,37 a 5,53 para pH e 1,76 a 1,85 % para acidez.



As proteínas apresentam alto valor biológico sendo ricas em aminoácidos essenciais ao organismo humano, e que são liberados durante o processo digestivo, devido a isso, o conteúdo de proteína em alimentos é um dado crucial na determinação da sua qualidade (PESCUMA *et al.*, 2010). Além disso, esses nutrientes que estão presente em uma quantidade significativa no soro de leite permitem sua aplicação na produção de outros alimentos, auxiliando na melhora da qualidade (JERVIS *et al.*, 2012).

Os valores de proteína variaram de 0,49 % a 0,59 %, sendo que a amostra A2 diferiu de modo estatístico da amostra A3. Esses dados foram menores aos do que relatados por Pescuma e colaboradores (2010), no qual relata que o soro contém cerca de 0,9 % de proteínas. Valores semelhantes foram encontrados no trabalho de Teixeira e Fonseca (2008) ao avaliar mussarela e mias-padrão com valores de 0,84 % e 0,80 %, respectivamente. Já Bald e colaboradores (2014), avaliando soros de queijo ricota encontraram valores semelhantes apresentados nessa pesquisa, o qual variou de 0,49 % a 0,84 %.

#### 4. CONCLUSÃO

As amostras de soro obtidas a partir da produção do queijo coalho caracterizavam-se por ser um líquido turvo e com coloração amarelada. Apresentaram valores variando entre 92,1 a 93,1 % para umidade, 0,53 a 0,63 % para cinzas, 6,4 a 6,5 para pH, 1,39 a 1,55 % para acidez e 0,49 a 0,59 % de proteínas, no qual a maioria das amostras não deferiram estatisticamente entre si.

Esses resultados confirmam os dados obtidos na literatura, demonstrando que o subproduto da produção de queijos pode ser promissor na utilização de outros produtos.

#### REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. P. C. Desenvolvimento de queijo petit-suisse com extrato de soja. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Londrina, 2014.
- ANDRADE, R. B.; OLIVEIRA, T. C.; KICH, J. N. Determinação de acidez titulável em leite fluido. 2013.
- ARAÚJO, Liderlanio de Almeida; MARINHO, Marcella Estanislau; MELO, Alexciana Pereira; PAIVA, Sérgio Carvalho de; LIMA, Edna Barboza de; SILVA, Edvane Borges



da; NAVARRO, Daniela Maria do Amaral Ferraz; LEITE, Lucia Fernanda Cavalcanti da Costa. Queijo coalho tipo B com adição de extrato aquoso de coentro. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 10, p. 1-18, 4 out. 2020. <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8855>.

Bald, J. A., Vincenzi, A., Gennari, A., Lehn, D. N., & Souza, C. F. V. de. (2014). CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SOROS DE QUEIJO E RICOTA PRODUZIDOS NO VALE DO TAQUARI, RS. **Revista Jovens Pesquisadores**, 4(3). <https://doi.org/10.17058/rjp.v4i3.4602>

BRASIL. Ministério da agricultura e abastecimento e da reforma agrária. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos, Portaria Nº 146, DE 07 de março de 1996 Diário oficial da União, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento -secretaria de defesa agropecuária. Regulamento técnico de identidade e qualidade de queijo de coalho, normativa nº 30, de 26 de junho de 2001.

CHEHUEN NETO, J. A. Metodologia da Pesquisa Científica: da graduação à pós graduação. 1ª edição, Curitiba, CRV, 2012.

COZZOLINO, Silvia. Nutracêuticos: o que Significam? ABESO (Associação Brasileira para o estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica). Ed.55, pag. 18-19, Fev.2012.

CRABBIS, B.E.; PEREIRA, F.F.; SILVA, G.G.; SANTOS, I.M.C.; SOUZA, A.K.; DALA PAULA, B.M. DETERMINAÇÃO DA UMIDADE E VERIFICAÇÃO DA VIDA DE PRATELEIRA DE QUEIJO MINAS ARTESANAL FRESCAL. 2018.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e misto, 3ª edição, Porto Alegre, Artmed, 2010.

CRUZ, G. F. R.; FERREIRA, M. C. O.; SILVA, J. G.; CUCATO, J. S. T. O comportamento do consumidor de alimentos funcionais. Anais do VI SINGEP – São Paulo – SP – Brasil – 13 e 14/11/2017.

DA SILVA, Isadora Stecca Caires; PANDOLFI, Marcos Alberto Claudio. ANÁLISE DAS PRINCIPAIS TENDÊNCIAS NO MERCADO BRASILEIRO DE IOGURTES. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 523-534, 2020.

DA SILVA, Isadora Stecca Caires; PANDOLFI, Marcos Alberto Claudio. ANÁLISE DAS PRINCIPAIS TENDÊNCIAS NO MERCADO BRASILEIRO DE IOGURTES. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 523-534, 2020.

FRANCO, B. D. G. M. ; LANDGRAF, M. Microbiologia dos alimentos. Editora Atheneu, São Paulo, 2008.



- GIRALDO-ZUÑIGA, A. D. Tecnologias aplicadas ao processamento do soro de queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 59, n. 340, p. 53-66, 2004.
- GUEDES, A. F. L. M. et al. Aproveitamento de soro lácteo na formulação de bebidas com frutas e hortaliças. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 1231-1238, 2013.
- JERVIS, S.; CAMPBELL, R.; WOJCIECHOWSKI, K. L.; FOEGEDING, E. A.; DRAKE, M. A.; BARBANO, D. M. Effect of bleaching whey on sensory and functional properties of 80% whey protein concentrate. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 95, n. 6, p. 2848-2862, 2012. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4967>. PMID:22612922 » <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4967>
- JÚNIOR, Daniel Batista Meira. SOUSA, Solange de. COSTA, Gilmar Freire da. APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA QUALIDADE E CONSERVAÇÃO DE QUEIJO COALHO. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 1-14, jun. 2021.
- LIMA, B. B. ; LEAL, M. C. Parâmetros indicadores de qualidade de queijos artesanais comercializados em castro-pr. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento Acadêmico de Tecnologia de Alimentos, 2017.
- MARCONI, M. A. ; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados, 7ª ed., São Paulo, Atlas, 2015.
- OLIVEIRA, Vanessa da Gama. Processos Biotecnológicos Industriais - Produção de Bens de Consumo com o uso de Fungos e Bactérias. 1. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2015. 65 - 69 p. 9788536520025. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536520025/>. Acesso em: 15 jan. 2022.
- PAULA, Junio César Jacinto de; CARVALHO, Antônio Fernandes de; FURTADO, Mauro Mansur. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE FABRICAÇÃO DE QUEIJO: do histórico à salga. Instituto de Laticínios Cândido Tostes, [s. l], v. 367/368, n. 64, p. 19-25, mar./jun. 2009.
- PESCUMA, M.; HÉBERT, E. M.; MOZZI, F.; VALDEZ, G. F. Functional fermented whey-based beverage using lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 141, n. 1-2, p. 73-81, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.011>. PMID:20483186» <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.04.011>
- SALVADOR, F. C.1 BURIN, A. S.2 FRIAS, A. A. T.3 OLIVEIRA, F. S.4 FAILA, N. Avaliação da qualidade microbiológica do leite pasteurizado comercializado em apucarana-pr e região. **Revista F@ciência**, Apucarana-PR, ISSN 1984-2333, v.9, n. 5, p. 30 – 41, 2012.



SANTOS, Newton Carlos; ALMEIDA, Raphael Lucas Jacinto; PEREIRA, Tamires dos Santos; SILVA, Virginia Mirtes de em feira livre. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 5, 31 mar. 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3143>.

SOUSA, A. Z. B. ; ABRANTES, M. R. ; SAKAMOTO, S. .M ; SILVA, J. B. A. ; LIMA, P. O.; LIMA, R. N. ; ROCHA, M. O . C. ; PASSOS, Y. D. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. *Arq. Instituto de Biologia, São Paulo*, v.81, n.1, p. 30-35, 2014.

SALOTTI, B. M. et al. Qualidade microbiológica do queijo minas frescal comercializado no município de Jaboticabal, SP, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, p. 171-175, 2022.

Santos, M. J. G. (2022). Influência da concentração de cloreto de sódio (NaCl) e da maturação sobre os aspectos físico-químicos e sensorias do queijo coalho artesanal obtido no Alto Sertão Sergipano.

TEIXEIRA, L. V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, p. 243-250, 2008.



## CETOSE EM VACAS LEITEIRAS – REVISÃO DE LITERATURA

### KETOSIS IN DAIRY COWS – LITERATURE REVIEW

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-15

João Daniel Broch<sup>1</sup>

Luis Eduardo Severo<sup>1</sup>

Fabício Broch<sup>1</sup>

Igor Ramon Carvalho<sup>1</sup>

Elísio de Camargo Debortoli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando do curso de Zootecnia. Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS, Campus Sertão

<sup>2</sup> Professor Associado do Departamento de Zootecnia. Instituto Federal do Rio Grande do Sul – IFRS, Campus Sertão

#### RESUMO

Vacas no pós-parto apresentam predisposição à cetose subclínica, pois estão em balanço energético negativo (BEN). Qualquer desequilíbrio nutricional poderá desencadear este problema metabólico. O objetivo deste estudo foi, por meio de uma revisão bibliográfica, aprofundar o entendimento dos principais aspectos da cetose, seu período de ocorrência, além de elencar as principais medidas de prevenção. A pressão fisiológica do estágio lactacional predispõe os animais à manifestação da cetose. O entendimento dos mecanismos que desencadeiam a cetose e suas consequências é necessário para identificar mínimas alterações de produção ou comportamento dos animais e assim, tomar medidas preventivas à manifestação clínica. Nesse sentido, torna-se evidente que o manejo nutricional do rebanho leiteiro permite uma menor incidência dos distúrbios metabólicos. Da mesma forma, o acompanhamento constante da titulação de  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB) no sangue, urina ou leite podem ser estratégias importantes na detecção de cetose subclínica e redução dos casos clínicos. Estudos futuros poderão elucidar aspectos ainda pouco conhecidos da cetose e do período de transição, bem como correlacionar o impacto econômico da enfermidade na produtividade animal, na lactação em curso ou ainda em toda a vida produtiva da vaca leiteira.

**Palavras-chave:** Bovinos de Leite. Lactação. Prenhez. Período de Transição.

#### ABSTRACT

Postpartum cows are predisposed to subclinical ketosis because they are in negative energy balance (NEB). Any nutritional imbalance can trigger this metabolic problem. The purpose of this study was, through a bibliographic review, to deepen the understanding of the main aspects of ketosis, its period of occurrence, in addition to listing the main preventive measures. The physiological pressure of the lactational stage predisposes animals to the manifestation of ketosis. Understanding the mechanisms that trigger ketosis and its consequences is necessary to identify minimal changes in the production or behavior of the animals and thus take preventive measures to the clinical manifestation. In this sense, it becomes evident that the nutritional management of the dairy herd allows a lower incidence of metabolic disorders. Likewise, constant monitoring of  $\beta$ -hydroxybutyrate (BHB) in blood, urine or milk can be important strategies in detecting subclinical ketosis and reducing clinical cases. Future studies may elucidate aspects little known about ketosis and the transition period, as well as correlate the economic impact of the disease on animal productivity, ongoing lactation or even the entire productive life of the dairy cow.

**Keywords:** Dairy Cattle. Lactation. Environment. Pregnancy. Transition Period.



## 1. INTRODUÇÃO

A produção de leite bovino no Brasil vem passando nos últimos anos, por inúmeras adversidades, o que determina a evolução desta cadeia produtiva. Nesse sentido, compete aos produtores zelar pela saúde de seu rebanho, mitigando ao máximo alterações fisiológicas que possam afetar a produtividade, o bem-estar e, conseqüentemente, os custos de produção. O período mais crítico da lactação de uma vaca é chamado período de transição, que engloba algumas semanas antes e depois do parto. Neste período qualquer desequilíbrio no manejo alimentar da vaca pode acentuar seu balanço energético negativo (BEN) e desencadear distúrbios metabólicos.

Na bovinocultura de leite, estratégias de manejo são ferramentas importantes para monitorar o desempenho de vacas de leite e, como consequência, aumentar ganhos em produtividade. O período de transição de gestante para lactante é um dos maiores desafios fisiológicos da vaca leiteira, sendo caracterizado por mudanças hormonais e aumentos de riscos de aparecimento de enfermidades. Nesse sentido, ações para prevenir o aparecimento das doenças têm ganhado destaque na cadeia produtiva do leite (NOVAES et al., 2004; WHITE, 2015).

A cetose é uma enfermidade decorrente do saldo negativo (BEN) entre demanda e oferta de energia metabólica ao organismo animal, durante o período pré-parto e nas primeiras semanas de lactação. Diante desse déficit, o sistema metabólico orgânico recorre às reservas corporais, principalmente do tecido adiposo, para suprir esse déficit de energia. No entanto, após atingir o limite de metabolização dos ácidos graxos, o fígado não consegue converter esses ácidos graxos em glicose, acumulando uma parte em forma de triglicerídeos e convertendo outra parte em corpos cetônicos. A queda na concentração de glicose e o aumento excessivo dos corpos cetônicos no sangue caracteriza a cetose (RABOISSON et al., 2014).

A cetose pode ser classificada em subclínica (sem sinais aparentes) ou clínica (quando o animal apresenta alterações visíveis). Os corpos cetônicos podem ser detectados no sangue, leite e urina (SATOLA & BAUER, 2021). Para a prevenção da cetose, uma importante ferramenta é o manejo nutricional adequado no período de transição com o incremento de aditivos na dieta das vacas (DELAMURA et al., 2020).

O presente estudo teve como objetivo, por meio de uma revisão bibliográfica, aprofundar o entendimento dos principais aspectos da cetose, seu período de ocorrência, além de elencar as principais medidas de prevenção.

## 2. CETOSE

A cetose classifica-se em clínica e subclínica, com base na concentração de corpos cetônicos no sangue (SCHNEIDER et al., 2020). A cetose clínica pode ser manifestada de quatro formas (primária, secundária, alimentar e espontânea) e ocorre quando os animais precisam dispendir mais recursos próprios de glicose para suprirem a alta demanda energética. Já a cetose subclínica é caracterizada por uma quantidade elevada de corpos cetônicos presentes no sangue, mas sem a ocorrência de manifestações clínicas (DELAMURA et al., 2020; FREITAS et al., 2020; RABOISSON et al., 2014).

A glicose é um nutriente essencial para a manutenção das funções da maioria dos tecidos e também é indispensável para a lactogênese (desenvolvimento da glândula mamária e o início da lactação), sendo a insulina o regulador chave da captação de glicose pelas células (GÄRTNER et al., 2019). Devido à baixa quantidade de energia dietética disponível, especialmente no período de transição, o organismo necessita da mobilização de fontes alternativas, como os triglicerídeos, que são as reservas energéticas corporais. A degradação desses triglicerídeos (lipólise) nos adipócitos, resulta na geração de moléculas de glicerol e ácido graxo não esterificado (AGNE), que são liberados na corrente sanguínea e seguem para o fígado (SAMMAD et al., 2022).

Concentrações elevadas de ácidos graxos na corrente sanguínea podem diminuir a sensibilidade da via de sinalização da insulina, o que acarreta a eminente mobilização das reservas energéticas e entrada de AGNE's na circulação, gerando um ciclo vicioso (SAED SAMII et al., 2019).

No fígado as moléculas de glicerol são utilizadas para a gliconeogênese (processo em que o glicerol e outros precursores são convertidos em glicose), e as moléculas de AGNE's são metabolizadas através de  $\beta$ -oxidação em Acetilcoenzima A (Acetil-CoA, utilizada como substrato para o ciclo de Krebs), que por sua vez, pode ter vários destinos, como por exemplo, a total oxidação em  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono), a oxidação em corpos cetônicos ou o armazenamento hepático na forma de triglicerídeos. No



período de transição a quantidade de reservas energéticas metabolizadas é exacerbada, fazendo com que a produção de Acetil-CoA também seja superior à normal, podendo o ciclo de Krebs ser incapaz de metabolizar essa quantidade excessiva do substrato. Caso isso ocorra, o Acetil-CoA é, no caso da cetose, oxidado em corpos cetônicos (acetona, acetoacetato e  $\beta$ -hidroxibutirato), resultando em uma quantidade aumentada destes produtos na circulação sanguínea, e em pouco tempo, também no sangue e na urina (DELAMURA et al., 2020).

Normalmente no decorrer da produção da vaca leiteira, são utilizados corpos cetônicos pelas células. A capacidade de metabolizar os corpos cetônicos varia com cada animal, altos valores de corpos cetônicos no organismo são um indicador de que há prejuízo no metabolismo energético (DUFFIELD et al., 2009).

Dentre os dois tipos, a cetose subclínica é a mais comumente encontrada em rebanhos leiteiros e também a que causa maiores perdas na produção, especialmente no que diz respeito à produção de leite e descarte de animais, devido principalmente, ao seu diagnóstico tardio (FIORENTIN et al., 2016; FUKUSHIMA et al., 2020; STEENEVELD et al., 2020).

A cetose clínica pode ser observada através dos sinais clínicos apresentados pelos animais acometidos, que desenvolvem primeiramente, salivação excessiva, odor de acetona no hálito e na urina, perda de apetite especialmente por concentrados e ingestão seletiva de alimentos, perda de condição corporal (podendo chegar a anorexia), diminuição abrupta na produção de leite, além de fezes secas e pelos com aspecto seco e ereto (DELAMURA et al., 2020).

Em sua forma nervosa (que ainda não é bem elucidada), o início da sintomatologia é repentino e inclui pressão da cabeça sobre os objetos, tremores moderados até a tetania e o andar em círculos. Afastamento ou cruzamentos das pernas, movimentos vagos, movimentos mastigatórios e sensação dolorosa (NANTES & SANTOS, 2008).

Como pode-se observar, a cetose clínica ou subclínica causa alterações no soro sanguíneo, no leite e na urina dos animais, e alguns metabólitos presentes nesses fluidos servem como parâmetros no diagnóstico do distúrbio. O método “padrão ouro” para diagnosticar a cetose em animais suspeitos é a concentração de  $\beta$ -hidroxibutirato (BHB)



no soro sanguíneo, pois este é o corpo cetônico mais estável encontrado no sangue (BELAY et al., 2017).

A concentração basal de BHB no sangue dos bovinos é de 1,0 mmol/L. Concentrações de 1,2 a <3,0 mmol/L de BHB são observadas no soro sanguíneo de animais que apresentam cetose na forma subclínica. Em animais que apresentam o quadro clínico da cetose, a concentração de BHB no soro sanguíneo é  $\geq 3,0$  mmol/L (FREITAS et al., 2020).

Uma técnica menos invasiva para o animal, menos laboriosa para o produtor (devido especialmente a metodologia e material para a coleta de amostras) e que poderia ser realizada como rotina nas propriedades rurais para triagem de animais com cetose, seria a detecção de BHB leite através de teste de infravermelho. A técnica ainda não foi completamente aprimorada, e a precisão das concentrações de BHB não é alta, entretanto a estratégia é útil para o monitoramento dos rebanhos (RENAUD et al., 2019).

Ainda, a técnica de Espectroscopia FTIR (Fourier Transform Infrared) de filme seco, permite a visualização de alterações dos principais componentes do leite, e com isso predição da probabilidade de acometimento de cetose ou não. Quando o animal está em BEN o perfil de ácidos graxos no leite é alterado, sendo sintetizados ácidos graxos de cadeia longa (RACHAH et al., 2021).

O aumento de corpos cetônicos no sangue (cetonemia), urina (cetonúria), leite (cetolactia) é o principal indicativo de um distúrbio do metabolismo de carboidratos e gorduras, conhecido como cetose. Os principais corpos cetônicos são BHB, acetato (AcAc) e acetona (Ac) (GEISHAUSER et al., 1998).

É inegável que o acometimento da cetose subclínica eleva os custos de produção. De acordo com Gohary et al. (2016), o aumento da incidência de doenças clínicas atribuíveis à cetose subclínica foi de 76 dólares; maior intervalo entre partos foi de 57 dólares; morte no início da lactação atribuível à cetose subclínica foi de 26 dólares; perdas de produção de leite foi de 44 dólares. Dados esses números, o custo de um caso de cetose subclínica foi estimado em 203 dólares.

BHB na concentração de 1,2 a 1,4 mmol/L é um dos principais indicativos da cetose subclínica, ela é considerada porta de entrada para diversos distúrbios. A cetose subclínica varia de 6,9 a 43% nos primeiros 2 meses de lactação, vacas com níveis de



BHB no sangue de  $\bar{y}$ 1,4,  $\bar{y}$ 1,1 e  $\bar{y}$ 1,7 mmol/L durante 2 a 15 dias em lactação tiveram 1,7, 10,5 e 6,9 vezes mais chances de desenvolver metrite, cetose clínica e deslocamento de abomaso, respectivamente, em comparação com vacas com menor níveis sanguíneos de BHB (SUTHAR et al., 2013).

Antanaitis et al. (2020) encontraram em seu estudo que a cetose subclínica interfere no comportamento dos animais, como principalmente na locomoção, pois se moviam mais para as atividades de ruminar comer e beber (mais frequentes).

Pérez-Báez et al. (2021) relataram que a metrite (inflamação do miométrio uterino) causa grandes perdas econômicas em vacas leiteiras. Os animais com metrite diminuem a produção de leite e tem queda na taxa de prenhez, aumento de descartes de animais no final da lactação, elevando os custos com reposição de animais.

### 3. PERÍODO DE TRANSIÇÃO

Segundo Caixeta et al. (2021), o período de transição é definido como o período de três semanas antes e três semanas após o parto. Neste período de periparto, a vaca leiteira sofre um rápido aumento da demanda de nutrientes, principalmente para o crescimento do feto e para produção do colostro.

O período de transição, que abrange as três semanas antes e as três semanas após o parto, compreende grandes mudanças adaptativas aos animais. É a fase de maior demanda de nutrientes para o desenvolvimento final do feto, parição, produção de colostro, desenvolvimento da glândula mamária e rápido aumento da produção leiteira por conta do início da lactação (BATISTA et al., 2016). No entanto, também é neste momento que o animal passa por um estágio de déficit energético, devido a redução da ingestão de matéria seca causada especialmente pela compressão que o feto exerce sobre o rúmen, e com isso, instalação do BEN, quando a demanda energética é maior que a capacidade de consumo. Se o desequilíbrio por esses nutrientes for moderado, ocorrerá a compensação pela utilização das reservas corporais, mas se houver um desequilíbrio grave, o animal esgotará suas reservas e poderá desenvolver um distúrbio metabólico (FIORENTIN et al., 2016).

De acordo com Duffield et al. (2009), a cetose na primeira semana de lactação é um grande fator de risco para possíveis problemas futuros, como deslocamento de abomaso, cetose clínica e metrite, além de significativas perdas na produção de leite. Os

problemas começam a aparecer entre um limite de 1,2 a 1,4 mmol/L de BHB sérico na primeira semana após o parto.

Durante o período de transição, o uso correto dos fármacos destinados à vacas secas reduziu o risco de mastite. Vacas com maiores concentrações de triglicerídeos e de proteínas totais séricas, apresentaram maior risco de mastite no período de transição (SANTOS et al., 2018).

No pós-parto, é natural a temporária queda da imunidade nos bovinos leiteiros, o que contribui, conseqüentemente, para um maior risco de doenças, como a cetose (LEBLANC, 2020). No final da gestação e no período pós-parto ocorrem inevitáveis mudanças nas concentrações de hormônios circulantes, além de mudanças de ambiente, e na alimentação, com boas intenções, mas nem sempre com bons resultados (LEBLANC, 2020).

Kuhla (2020) descreve em seu trabalho que o aumento do risco da ocorrência de distúrbios metabólicos pode ser diminuído com a melhoria da ingestão de ração pelas vacas leiteiras.

Para o sucesso da lactação, a adaptação do animal é algo imprescindível, pois suas demandas fisiológicas no período de transição são altas. Aproximadamente um terço das vacas leiteiras são acometidas por pelo menos uma doença clínica (metabólica e/ou infecciosa) e ainda 50% das vacas podem ser acometidas por um caso subclínico da doença nos primeiros 3 meses pós-parto (CAIXETA et al., 2021).

Mammi et al. (2021), que revisou trabalhos dos últimos 20 anos sobre cetose, encontrou que o uso da monensina, quando administrada durante o período de transição, tem bons efeitos anticéuticos, pois melhora o estado energético e hepático das vacas avaliadas, reduzindo principalmente a incidência das doenças no período de transição. Já Lange et al. (2019) descrevem que o manejo alimentar no período de pré e pós-parto tem importante intervenção para garantir a imunocompetência durante e após o parto.

Vacas leiteiras no período de periparto, principalmente no pós-parto sofrem de um BEN, este balanço negativo de energia estimula a mobilização de gordura acumulada no corpo do animal, para compensar a não suficiente ingestão de alimentos, acumulando BHB no sangue (SOULAT et al., 2020).



#### 4. CONTROLE E PROFILAXIA DA CETOSE

Para a prevenção da cetose torna-se necessário a observação de alguns fatores que podem predispor o animal ao distúrbio. Dentre esses fatores, os principais são: escore de condição corporal (ECC) e número de lactações.

O primeiro ponto de estrangulamento é o ECC. Vários autores sugerem que quanto maior for o ECC de um animal antes do parto, maior será a taxa de mobilização de reserva energética corporal deste, podendo ocasionar a cetose (GÄRTNER et al., 2019; SAED SAMII et al., 2019). Os produtores podem avaliar o ECC facilmente através do diagrama de conformação corporal desenvolvido por Edmonson et al. (1989), que detalha as alterações na conformação corporal do animal de acordo com seu escore. O ECC caminha junto com o manejo nutricional, que é necessário para que os animais não venham a parir obesos. Segundo pesquisa de Schneider et al. (2019), um  $ECC \leq 3,5$  no pré-parto associado a uma dieta corretamente balanceada para tal etapa, diminui os riscos e efeitos do BEN, reduzindo assim o aparecimento de cetose.

Outro fator predisponente a cetose é o número de lactações do animal altamente produtivo. Vacas multíparas tem maior probabilidade de desenvolver a cetose devido a maior produtividade e aos possíveis problemas enfrentados nas lactações anteriores, além de apresentar uma demanda energética maior para a gestação, lactogênese e sua própria manutenção (FREITAS et al., 2020).

A utilização de ionóforos e vitaminas do complexo B na ração podem auxiliar na prevenção da cetose, por auxiliarem na eficiência digestiva ruminal, melhora do balanço energético e na redução da mobilização de gordura corporal durante o início da lactação (DELAMURA et al., 2020).

O tratamento da cetose geralmente é realizado com o uso de soluções glicosadas, com o objetivo de suprir a demanda de glicose para a síntese de lactose, reduzindo o dispêndio corporal (GORDON et al., 2013).

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo atingiu o objetivo proposto de aprofundar o entendimento dos principais aspectos da cetose, seu período de ocorrência, além de elencar as principais medidas de prevenção.



A pressão fisiológica do estágio lactacional predispõe os animais à manifestação dos distúrbios metabólicos. O entendimento dos mecanismos que desencadeiam a cetose e suas consequências é necessário para identificar mínimas alterações de produção ou comportamento dos animais e assim, tomar medidas preventivas à manifestação clínica.

Nesse sentido, torna-se evidente que o manejo nutricional do rebanho leiteiro permite uma menor incidência dos distúrbios metabólicos. Da mesma forma, o acompanhamento constante da titulação de BHB no sangue, urina ou leite podem ser estratégias importantes na detecção de cetose subclínica e redução dos casos clínicos.

Estudos futuros poderão elucidar aspectos ainda pouco conhecidos da cetose e do período de transição, bem como correlacionar o impacto econômico da enfermidade na produtividade animal, na lactação em curso ou ainda em toda a vida produtiva da vaca leiteira.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Sertão.

## REFERÊNCIAS

- ANTANAITIS, R. et al. Relação da Cetose Subclínica de Vacas Leiteiras com o Comportamento Locomotor e a Temperatura Ambiente. **Animals**, v. 10, n. 12, p. 2311, 2020.
- BATISTA, F. C. C.; D'AURIA, E.; PALAZZO, E. L. Cetose bovina – Revisão de literatura. **Nucleus Animalium**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2016.
- BELAY, T. K. et al. Genetic parameters of blood  $\beta$ -hydroxybutyrate predicted from milk infrared spectra and clinical ketosis, and their associations with milk production traits in Norwegian Red cows. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 8, p. 1-14, 2017.
- CAIXETA, L. S. et al. Monitoramento e melhoria da saúde metabólica de vacas leiteiras durante o período de transição. **Animals**, v. 11, n. 2, art. 352, 2021.
- DELAMURA, B. B.; SOUZA, V. J. T.; FUKUMOTO, N. M. Aspectos clínicos, epidemiológicos, diagnóstico, tratamento e prevenção da cetose em vacas leiteiras: Revisão. **Pubvet**, v. 14, n. 10, p. 1-7, 2020.
- DUFFIELD, T. F. et al. Impacto da hipercetonemia em vacas leiteiras no início da lactação na saúde e na produção. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 571-580, 2009.



- EDMONSON, A. J. et al. Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 68-78, 1989.
- FIORENTIN, E. F. et al. Occurrence of subclinical metabolic disorders in dairy cows from western Santa Catarina state, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 629-634, 2016.
- FREITAS, B. B. et al. Cetose subclínica em vacas leiteiras na Região dos Campos Gerais no estado do Paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 30398-30405, 2020.
- FUKUSHIMA, Y. et al. Epidemiological study to investigate the incidence and prevalence of clinical mastitis, peracute mastitis, metabolic disorders and peripartum disorders, on a dairy farm in a temperate zone in Japan. **BMC Veterinary Research**, v. 16, n. 389, p. 1-10, 2020.
- GÄRTNER, T. et al. Relationships between body condition, body condition loss, and serum metabolites during the transition period in primiparous and multiparous cows. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 10, p. 1-13, 2019.
- GEISHAUSER, T. et al. Avaliação de cinco testes de vaca para uso com leite para detectar cetose subclínica em vacas leiteiras. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 2, p. 438-443, 1998.
- GOHARY, K. et al. O custo de um caso de cetose subclínica em rebanhos leiteiros canadenses. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 57, n. 7, art. 728, 2016.
- GORDON, J. L. et al. Ketosis treatment in lactating dairy cattle. The Veterinary Clinics of North America. **Food Animal Practice**, v. 29, n. 2, p. 433–445, 2013.
- KUHLA, B. Citocinas pró-inflamatórias e inflamação hipotalâmica: implicações para a ingestão insuficiente de ração de vacas leiteiras de transição. **Animal**, v. 14, n. 1, p. 65-77, 2020.
- LANGE, J. et al. Níveis de alimentação distantes e próximos afetam o desempenho imunológico em vacas leiteiras em pastejo durante o período de transição. **Revista de Ciência Animal**, v. 97, n. 1, p. 192-207, 2019.
- LEBLANC, S. J. Relações entre metabolismo e função de neutrófilos em vacas leiteiras no período periparto. **Animal**, v. 14, n. S1, p. 44-54, 2020.
- MAMMI, L. M. E. et al. O uso de monensina para prevenção de cetose em vacas leiteiras durante o período de transição: uma revisão sistemática. **Animais**, v. 11, n. 7, art. 1988, 2021.
- NANTES, J. H.; SANTOS, T. A. B. Cetose – Revisão de Literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 1, p. 1-6, 2008.
- NOVAES, L. P. et al. **Procedimentos para manejo correto de vaca gestante no pré-parto**. Embrapa Gado De Leite: Juiz De Fora, 2004.



- PÉREZ-BÁEZ, J. et al. The economic cost of metritis in dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 3, p. 3158-3168, 2021.
- RABOISSON, D.; MOUNIÉ, M.; MAIGNÉ, E. Diseases, reproductive performance, and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: A metaanalysis and review. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 12, p. 1-17, 2014.
- RACHAH, A. et al. Exploring Dry - Film FTIR Spectroscopy to Characterize Milk Composition and Subclinical Ketosis throughout a Cow's Lactation. **Foods**, v. 10, n. 2033, p. 1-19, 2021.
- RENAUD, D. L.; KELTON, D. F.; DUFFIELD, T. F. Validation of a test-day milk test for  $\beta$ -hydroxybutyrate for identifying cows with hyperketonemia. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 2, p. 1589-1593, 2019.
- SAMMAD, A. et al. Major Nutritional Metabolic Alterations Influencing the Reproductive System of Postpartum Dairy Cows. **Metabolites**, v. 12, n. 1, p. 60, 2022.
- SAED SAMII, S. et al. Effects of body condition score on direct and indirect measurements of insulin sensitivity in periparturient dairy cows. **Animal**, v. 13, n. 11, p. 2547-2555, 2019.
- SANTOS, K. R. et al. Mastite no período de transição: identificação de potenciais marcadores sanguíneos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, p. 1120-1128, 2018.
- SATOŁA, A. & BAUER, E.A. Predicting Subclinical Ketosis in Dairy Cows Using Machine Learning Techniques. **Animals** 2021, 11, 2131.
- SCHNEIDER, E.R. et al. Avaliação de corpos cetônicos em vacas leiteiras no período pós-parto—dados preliminares. **XXIV seminário interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão** 2019.
- SCHNEIDER, R. F. et al. Diagnóstico de cetose em vacas leiteiras, em diferentes sistemas de produção, por Optium Xceed® e Ketovet®. **Pubvet**, v.14, n. 1, p. 1-7, 2020.
- SOULAT, J. et al. Efeito da dieta no período seco sobre o desempenho e metabolismo de vacas leiteiras no início da lactação. **Animais**, v. 10, n. 5, art. 803, 2020.
- STEENEVELD, W. et al. Estimating the combined costs of clinical and subclinical ketosis in dairy cows. **Plos One**, v. 15, n. 4, p. 1-13, 2020.
- SUTHAR, V. S. et al. Prevalência de cetose subclínica e relações com doenças pós-parto em vacas leiteiras europeias. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 5, p. 2925-2938, 2013.
- WHITE, H. M. The role of TCA cycle anaplerosis in cetose and fatty liver in periparturient dairy cows. **Animals**, v. 5, n. 3, p.793-802, 2015.



# CAPÍTULO XVI

## IMPORTÂNCIA DO MANEJO NUTRICIONAL COMO PROFILAXIA DE DISTÚRBIOS METABÓLICOS EM EQUINOS

IMPORTANCE OF NUTRITIONAL MANAGEMENT AS PROPHYLAXIS OF METABOLIC DISORDERS IN HORSES

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-16

Nátia Freire Rodrigues<sup>1</sup>  
Guilherme Minussi Pereira<sup>2</sup>  
Jaqueline Schneider Lemes<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Zootecnia. Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Palmeira das Missões – UFSM

<sup>2</sup> Graduado em Medicina Veterinária. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI

<sup>3</sup> Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Palmeira das Missões – UFSM

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a incidência de atendimentos clínicos associados a patologias desencadeadas por manejo alimentar inadequado em equinos. Foram acompanhados e analisados prontuários de atendimento de um Médico Veterinário que atende a cidade de Palmeira das Missões- RS e região, no período de agosto de 2017 a outubro de 2019, totalizando 2 anos e 2 meses, quantos aos atendimentos clínicos relacionados a distúrbios alimentares. Dentre os atendimentos clínicos realizados pelo Médico Veterinário que totalizaram em 94 atendimentos, destes, 31 tinham relação com a nutrição, sendo assim, 32,98% dos casos foram decorrentes ao manejo nutricional inadequado. Alterações no manejo e fornecimento da alimentação são essenciais como profilaxia de distúrbios metabólicos em equinos, assim, destaca-se a participação do Zootecnista que é o profissional capacitado para fornecer uma alimentação adequada para cada particularidade, desse modo, evitando problemas básicos no manejo nutricional.

**Palavras-chave:** Prevenção. Alimentação. Patologia equina.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the incidence of clinical care associated with pathologies triggered by inadequate feeding management in horses. Medical records of a Veterinarian attending the city of Palmeira das Missões-RS and region were followed up and analyzed from August 2017 to October 2019, totaling 2 years and 2 months, regarding clinical care related to eating disorders. Among the clinical care provided by the Veterinarian, 32.98% were due to inadequate management totaled of 94 clinical visits totaled 31 of which were related to nutrition. Changes in the management and supply of food are essential as prophylaxis of metabolic disorders in horses, thus, the participation of the Zootechnist is the professional trained to provide adequate food for each particularity, thus avoiding basic problems in nutritional management.

**Keywords:** Prevention. Food. Equine pathology.

## 1. INTRODUÇÃO

Com as diferentes formas de utilização dos equinos, determinaram-se assim, desde a sua domesticação, mudanças na forma de criar e manter os mesmos. Esta estratégia de criação e utilização do cavalo desencadeou a simplificação da dieta em duas classes principais de alimentos, os volumosos (pastos e forragens conservadas) e concentrados (alimentos com alto conteúdo energético e/ou proteico), com a preocupação quase que exclusiva de atender as necessidades nutricionais sem levar em consideração aspectos relacionados às formas de disponibilização destes alimentos e o comportamento alimentar dos equinos (DITTRICH, 2010).

Segundo Brandi & Furtado (2009), o conhecimento do aproveitamento de cada ingrediente é de grande importância para a combinação dos mesmos, favorecendo um excelente aproveitamento de cada um deles e evitando excessos que podem ser prejudiciais ao metabolismo do equino.

Atualmente os equinos tem grande importância na cadeia econômica a nível mundial, com isso o profissional da área tem-se capacitado cada vez mais, pois se deparam com proprietários e criadores exigindo mais conhecimento para atingir melhor performance dos animais (CINTRA, 2016).

A zootecnia assim como outros cursos das áreas agrárias, tem como ferramentas metodológicas, filosóficas e operacionais muito úteis para o estudante, assim como o profissional, que lhes permitem assumir e compreender o animal em todas as suas dimensões, gerando formas de manejo animal mais científico, respeitoso e aceito pela comunidade, oferecendo espaços para refletir, discutir e tomar decisões éticas em situações problemas que podem surgir da relação humana-animal-ambiente (MALLARINO, 2007).

Este estudo visa mostrar a importância do profissional Zootecnista na profilaxia de patologias associadas à alimentação, decorrente da grande incidência de distúrbios nutricionais causados pelo manejo inadequado.

Desse modo o presente estudo teve como objetivo avaliar a incidência de atendimentos associados a patologias desencadeados por manejo alimentar inadequado em equinos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram acompanhados e analisados prontuários de atendimento de um Médico Veterinário que atende a cidade de Palmeira das Missões- RS e região, no período de agosto de 2017 a outubro de 2019, totalizando 2 anos e 2 meses, quantos aos atendimentos clínicos relacionados a distúrbios alimentares. Os dados foram tabulados e os resultados avaliados, através de uma análise descritiva de frequências de cada atendimento relacionado a determinado distúrbio.

Assim como, foi realizado uma revisão bibliográfica de 2009 a 2019, sobre as alterações metabólicas de ocorrência em equinos, utilizando as bases de dados como Scielo, Google Acadêmico, portal de periódicos CAPES e livros.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

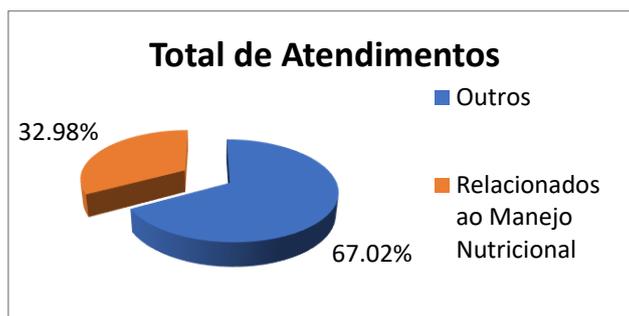
A alimentação é um dos fatores determinantes para saúde do animal, onde a domesticação modifica hábitos naturais, conseqüentemente equinos começam a apresentar patologias e alterações comportamentais devido ao manejo alimentar incorreto. Dessa maneira, Cintra (2016) refere-se, que quando se pretende ofertar uma dieta ao equino deve-se oferecer a mesma suprindo as necessidades, sem excesso e sem deficiência.

O equino doméstico consome uma variedade de alimentos, variando na forma física desde forragem, com alto teor de umidade, até cereais com grandes quantidades de amido e desde feno, na forma de um talo comprido e fibroso, até o sal mineral e água (FRAPE, 2008).

Muitos são os distúrbios associados ao manejo nutricional, dentre os atendimentos clínicos realizados pelo Médico Veterinário que totalizaram em 94 atendimentos, destes, 31 tinham relação com a nutrição. Sendo assim, 32,98% dos casos foram decorrentes ao manejo nutricional inadequado (Figura 1).



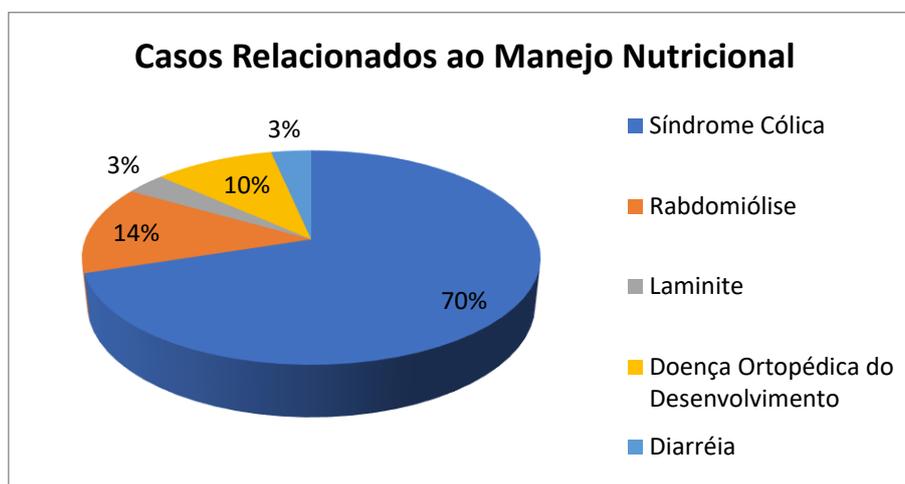
Figura 1- Total de atendimentos realizados durante a pesquisa



Fonte: Autoria própria.

Os 31 casos atribuíram-se em: cólicas gástricas, cólicas espasmódicas, cólica por desidratação, compactação de cólon maior, enterólito, rabdomiólise, diarreia, doença ortopédica do desenvolvimento e laminite (Figura 2).

Figura 2 - Casos relacionados ao manejo nutricional



Fonte: Autoria própria.

Foram 21 casos relacionados a síndrome cólica, a qual é um dos principais problemas que acometem a espécie equina, caracterizada por manifestação de dor abdominal, sendo mais comuns as dores de origem gastrointestinal (Laranjeira & Almeida, 2008).

Por possuir peculiaridades anatômicas em seu aparelho digestório, a espécie equina apresenta predisposição a alterações morfofisiológicas graves, responsáveis por sinais de dores abdominais intensas, conhecidas como cólica ou abdômen agudo (PEIRÓ, 2004).

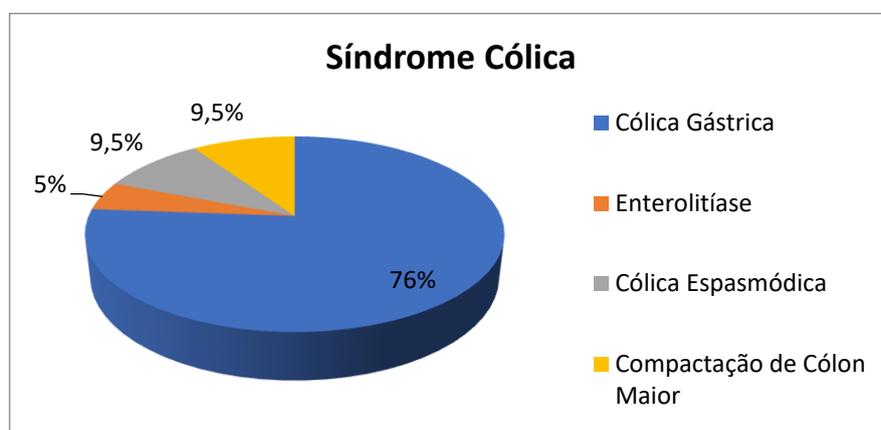
O equino é muito exigente e sensível às alterações de manejo alimentar e ambiental. A diminuição ou variação no nível de atividade física, alterações súbitas na dieta, alterações nas condições de estabulação, dieta rica em concentrados, volumoso

ou concentrado de má qualidade, consumo excessivamente rápido da ração concentrada, privação de água e o transporte em viagens podem influenciar a ocorrência de Síndrome Cólica (HILLYER et al., 2001). Além disto, White (2001) relata que a fermentação dos concentrados aumenta a produção de gás, provocando uma alteração na motilidade, favorecendo os deslocamentos.

A taxa de fatalidade está relacionada ao tipo de cólica e a agilidade do diagnóstico e tratamento, já a letalidade está associado também a classificação, onde o caso obstrutivo possui taxa mais elevada (WHITE, 2001).

Dentre os casos encontrados de Síndrome Cólica associados ao manejo nutricional, subdividiu-se em (Figura 3):

Figura 3 - Tipos de síndrome cólica atendidos durante a pesquisa



Fonte: Autoria própria

As cólicas gástricas, totalizando 16 casos, são as principais causas da síndrome cólica, ocasionada pelos erros de fornecimento de água, essa sendo fornecida muito rápido, muito fria ou fornecida de maneira irregular ou até mesmo por falta da mesma. Já outra causa é devido ao excesso de concentrado, sendo através de uma ingestão muito rápida e/ou abundante e alimentos altamente fermentáveis. Essas etiologias normalmente geralmente levam a quadros de dilatação, indigestão ou congestão gástrica (CINTRA, 2016).

Vervuert (2003) constata que as cólicas com origem estomacal são decorrentes principalmente de mudanças na fermentação microbiana ou um resultado da perda de motilidade e o risco de cólica aumenta com a quantidade de concentrado ingerido (GONÇALVES, 2002).

Enterolitíase teve 1 caso, onde Laranjeira (2008) refere-se que diversos fatores podem estar associados, incluindo a presença do núcleo, as dietas, tais como o consumo elevado de proteína, de cálcio e de magnésio; o pH elevado do intestino; o tipo de solo a espécie e a raça.

Durante o período da pesquisa foram atendidos 2 casos de cólicas espasmódicas, que é caracterizada por contrações espasmódicas intermitentes, causadas por um aumento do tônus parassimpático associado a excitação. As principais causas estão associadas ao grande consumo de concentrados por refeição, pouca forrageira e baixo padrão de higiene dos alimentos (FRAPE. 2007; MEYER, 2001).

Cólica por compactação de cólon maior foram 2 casos. As compactações são as principais causas de obstruções simples do cólon maior. Sendo esta uma formação de massa compacta de alimento no lume do trato gastrointestinal. Pode ocorrer em qualquer segmento intestinal, mas, em equinos, é particularmente frequente no intestino grosso, sobretudo no cólon maior (WHITE, 2001; THOMASSIAN, 2005).

Uma das causas importantes de obstrução é a ingestão em excesso de forragens lignosa, ainda mais associado a uma má mastigação, decorrente de problemas de dentição (CINTRA, 2016).

Outras patologias distintas de Síndrome de Cólica também fizeram parte dos atendimentos, como a rabdomiólise, laminite, doença ortopédica do desenvolvimento, diarreia.

Ocorreu 4 casos de Rabdomiólise esta podendo ser ocasionada por excesso de concentrados na dieta resulta no acúmulo de glicogênio na musculatura, dietas ricas em carboidratos também podem influenciar, pois esses carboidratos acabam sendo armazenados influenciando assim o ECC (escore de condição corporal) que na maioria das vezes está acima do indicado. Em equinos que tem dieta exclusiva de pastagem se observa a enfermidade quando são submetidos a esforços prolongados (RESENDE, 2005). Com o exercício, a quebra do glicogênio resulta na produção excessiva de lactato e no acúmulo deste no músculo, com conseqüente acidose intracelular, que pode prejudicar a glicólise e a homeostase ADP/ATP no sítio de ligação miosina e actina, resultando em aumento de ADP local e fadiga muscular (GOMIDE et al., 2006).

Na maioria das vezes ocorre uma ação traumática indireta onde os equinos extrapolam a capacidade de suas fibras musculares por excesso de contração e



relaxamento. No caso destes animais serem submetidos a esforços físicos, depois de um período de descanso prolongado, estes não possuem o preparado adequado para realizar o exercício proposto com o máximo de desempenho (THOMASSIAN, 2005).

Verificou-se nos prontuários 1 caso de laminite, esta é a doença mais grave que acomete membros periféricos do equino e causa alterações patológicas na anatomia que levam a mudanças duradouras e incapacitantes na função (laminite crônica ou aguda). É a segunda causa de óbito em equinos após a cólica (POLLITT, 2008).

A laminite é a manifestação local de um sério distúrbio metabólico, onde os membros anteriores são mais afetados e de maneira mais grave, o equino pode adotar uma posição na qual afasta os membros e os joga para trás. Pode apresentar forte pulso digital detectado no boleto, às vezes, hemorragias petequias na cavidade bucal e edema na região do abdome (FRAPE, 2007).

O autor citado a cima relata, que vários são os fatores que podem acarretar a patologia, entretanto a causa mais comum é o excesso de consumo de concentrados aliado ao exercício inadequado. A alta ingestão de carboidratos (grãos) altera o equilíbrio bacteriano no interior do ceco, resultando no aumento da produção de ácido láctico. Conseqüentemente, provoca redução do pH, o que induz a liberação de endotoxinas, essas por sua vez, serão absorvidas na mucosa intestinal, atingindo a circulação sistêmica. O ácido láctico e as endotoxinas sistêmicas causam danos ao endotélio dos capilares sanguíneos das patas, dando início a laminite. Outros fatores que predisõem incluem ingestão de grandes quantidades de água fria, obesidade, síndrome de Cushing, concussões, endometrites ou infecções sistêmicas graves e a ingestão de pastos lignosos (STASHAK, 2001).

No período analisado, ocorreu 3 casos de doença ortopédica do desenvolvimento (DOD), onde as principais doenças inclusas são a discondroplasia, fisite, deformidades angulares de membros, deformidade flexural e anormalidades vertebrais. As causas também estão associadas ao manejo nutricional, pois podem ser decorrentes de mau posicionamento congênito e/ou má nutrição, altas velocidades de crescimento pós-natal com dietas desequilibradas, disfunção endócrina, toxicidade, incluindo toxicose pelo iodo (FRAPE, 2008).

Ocorreu 1 caso de diarreia, este após o animal ser estabelecido em um novo local e receber alimentação diferente do habitual, o caso foi associado a essas alterações. A



diarreia nos equinos adulto geralmente indica disfunções de cólon está ausente de modo característico daqueles com lesões limitadas ao intestino delgado (CHANDLER *et al*, 2000).

Visto o alto índice de patologias relacionadas ao manejo alimentar inadequado, preconiza-se a importância de um acompanhamento adequado. Os equinos são classificados como herbívoros não ruminantes, possuem estômago com capacidade gástrica pequena que representa 10% de todo volume do trato digestório, adaptado a recepção contínua de pequenas quantidades de alimento, a maior parte da digesta fica retida por um período relativamente curto de 2 a 6 horas. O Intestino delgado é relativamente curto o que corresponde 30% da extensão do sistema gastrintestinal, já o intestino grosso é muito desenvolvido e seu volume representa cerca de 60% do volume total. A presença de microrganismos no ceco e no cólon é fundamental para a sobrevivência da espécie. (CINTRA, 2016 e BRANDI & FURTADO, 2009).

O sistema digestório dos equinos garante o suprimento contínuo de água, eletrólitos e nutrientes ao animal, sendo duas funções básicas na fisiologia digestório, a digestão e a absorção (CINTRA, 2016). Segundo Frappe (2007), os requerimentos diários foram estimados em termos de quantidades de cada nutriente, visando cada função que o equino desempenha, seja manutenção, crescimento, lactação, treinamento, entre outros.

Cintra (2016) relata que há um limite gástrico de capacidade total, que é em torno de 12 litros para um equino de 500 kg de peso vivo (PV), o que limita a ingestão de grandes quantidades de alimentos em uma única refeição. Levando em conta as necessidades de concentrado de 0,4 a 0,5% do peso vivo por refeição (2,5 Kg/refeição para um equino de 500 Kg). Já a quantidade e o tempo de ingestão do volumoso dependem da qualidade, disponibilidade e maneira que é ofertado, variando de 1,4 a 3% de seu PV.

O mesmo autor citado anteriormente menciona a importância de considerar os mecanismos envolvidos no sistema digestivo dos equinos, principalmente devido suas particularidades, possibilitando assim a formulação de dietas idôneas, com respostas produtivas e seguras, ainda com possibilidade de contribuir para o bem-estar animal.



## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cuidados nas alterações no manejo e fornecimento da alimentação são essenciais como profilaxia de distúrbios metabólicos em equinos.

Em virtude dos proprietários e/ou tratadores omitirem informações ou até mesmo desconhecerem o que foi realizado, ocorre certa dificuldade em saber realmente as causas que levaram ao desencadeamento das patologias, dificultando até mesmo o tratamento mais adequado. Acredita-se que poderia ter maior ocorrência de casos, porém leva-se em conta ao pouco tempo que o Médico Veterinário reside na cidade e ainda ser pouco conhecido na área profissional.

Assim, destaca-se a participação do Zootecnista, que é o profissional capacitado para auxiliar na compreensão do animal em todas suas características, fornecendo uma alimentação adequada para cada particularidade evitando, desse modo, problemas básicos no manejo nutricional.

## AGRADECIMENTOS

Ao Médico Veterinário Guilherme Minussi Pereira, por disponibilizar do seu tempo e informações.

## REFERÊNCIAS

- BRANDI, R.A. & FURTADO, C.E., Importância nutricional e metabólica da fibra na dieta de equinos. **Rev. Bras. Zootec.**, v.38, p.246-258, 2009.
- CHANDLER, K. et al. Small intestinal malabsorption in na aged mare. **Equine Veterinary Education**, 2000. p. 124.
- CINTRA, A. G., **Alimentação Equina: nutrição, saúde e bem-estar**. 1ª ed., Rio de Janeiro, 2016.
- DITTRICH, J.R. et al. Comportamento ingestivo de equinos e a relação com o aproveitamento das forragens e bem-estar dos animais. **R. Bras. Zootec.**, v.39, p.130-137, 2010.
- FRAPE, D. **Equine nutrition e feeding**. 3.ed. Victoria: Blackwell Publishing, 2007.
- GOMIDE, L.M.W et al. **Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação**. *Ciência Rural*, v.36, p.509-513, 2006. Disponível em:[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782006000200022&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000200022&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 02 jun. 2019.

- GONÇALVES, S. et.,al. **Risk factors associated with colic in horses**. Veterinary Research, v. 33, 2002. p. 641-652.
- HILLYER, M. H.; TAYLOR, F. G. R.; FRENCH, N. P. **A cross-sectional study of colic in horses on Thoroughbred training premises in the British Isles in 1997**. Equine Veterinary Journal, v. 33, n. 4, p. 380-385, 2001.
- HOFFMAN, R.M. **Carbohydrate metabolism and metabolic disorders in horse**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009. p.270-276.
- LARANJEIRA, P. V. E. H., et al. Síndrome Cólica em Equinos: Ocorrência e Fatores de Risco. **Rev. de Ciên. da Vida**, RJ, EDUR. v. 28, n. 1, jan-jun, 2008, p. 64-78.
- MALLARINO, M..T., ORTEGA, I.L., MALDONADO, N.A.C. Importancia de la etología en la formación de los estudiantes de Medicina Veterinaria y de Zootecnia en la Universidad de La Salle “reflexiones pedagógicas y aportes bibliográficos”. **Revista de Medicina Veterinaria** Nº 13, 2007.
- MEYER, H. Krampfkolik beim Pferd. Vorstellungen zu einer alimentären Genese. *Pferdeheilkunde*, 2001. p.463.
- PEIRÓ, J. R.; et. al. Semiologia do sistema digestório equino: In: FEITOSA, F.L.F **Semiologia veterinária : a arte do diagnóstico**. São Paulo: Roca, 2004. p. 139-175
- POLLIT, C. **Equine laminitis – Current Concepts**. RIRDC Publication No. 08/062, May 2008. p.115.
- RESENDE, A.R. **Miosites do cavalo atleta**. In: Anais do II Simpósio Internacional do Cavalo Atleta. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.
- STASHAK, T. **Adams' Lameness in Horses**. Pub. Williams & Wilkins; Edição: 5<sup>th</sup>, Dez. 2001. 645 p.
- THOMASSIAN, A. **Afecções dos músculos**. *Enfermidades dos cavalos*. Ed 4. Botucatu, SP: Varela, 2005. Cap.3, p 53 – 55.
- WHITE, N. A. **Handbook of equine colic**. Pub. Butterworth-Heinemann, London, 2001.
- VERVUERT, I. et. Al. **Nutritional management in horses: selected aspects to gastrointestinal disturbances and geriatric horses**. In: European Equine Health & Nutrition Congress, 2, Netherlands, 2003. p. 20-30.



# CAPÍTULO XVII

## QUALIDADE DE MAIONESES CASEIRAS SERVIDAS EM LANCHONETES DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO LUÍS-MA

QUALITY OF HOMEMADE MAYONNAISE SERVED IN SNACKS OF THE METROPOLITAN REGION OF SÃO LUÍS-MA

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-17

Lucilane Beserra Sousa <sup>1</sup>  
Daniela Aguiar Penha Brito <sup>2</sup>  
Bianca Silva Pacheco <sup>3</sup>  
Rayanne Oliveira do Nascimento <sup>4</sup>  
Amanda Pereira Lima <sup>5</sup>  
Aline Sthefany Barros de Souza <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Técnica em Agroindústria/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

<sup>2</sup> Professora Doutora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

<sup>3</sup> Graduada de Tecnologia em Alimentos/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

<sup>4</sup> Técnica em Agroindústria/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

<sup>5</sup> Graduada de Tecnologia em Alimentos/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

<sup>6</sup> Graduada de Tecnologia em Alimentos/ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA.

### RESUMO

A produção de maionese está se expandindo no mercado brasileiro, associada a refeições rápidas como lanches, saladas, entre outros. Por apresentar baixa acidez, a maionese caseira é propícia ao crescimento microbiano, preocupando as autoridades vigentes sobre o risco de doenças transmitidas por alimentos. Este trabalho objetivou avaliar a qualidade microbiológica de maioneses caseiras na referida região metropolitana de São Luís, MA. Foram coletadas 10 amostras dos municípios de São Luís e Paço do Lumiar. As amostras foram acondicionadas sob refrigeração e transportadas para o Laboratório de Microbiologia do IFMA, campus São Luís Maracanã. As amostras foram analisadas quanto ao grau de acidez, pH, Número Mais Provável de coliformes totais e termotolerantes e pesquisa de *Salmonella* spp. Os resultados encontrados mostraram que 90% das amostras apresentaram pH>4,0, 40% tiveram contaminação por coliformes termotolerantes a 45°C em contagens acima do permitido e 20% apresentaram suspeita de contaminação por

*Salmonella* spp. Esses resultados indicam alta contaminação de origem ambiental e revelam que as amostras estavam sendo armazenadas em temperaturas inadequadas. De acordo com o trabalho, pode-se concluir que as maioneses caseiras da Região Metropolitana de São Luís-MA apresentaram condições sanitárias impróprias para consumo e podem representar risco de veiculação de patógenos para os consumidores.

**Palavras-chave:** Baixa acidez. Coliforme. Maionese. Mesófilos. *Salmonella* spp.

### ABSTRACT

The production of mayonnaise is expanding in the Brazilian market, associated with quick meals such as snacks, salads, among others. Because it has low acidity, homemade mayonnaise is conducive to the microbial, being concerned with the current authorities about the risk of transmission of diseases by food. This work aimed to evaluate the microbiological quality of homemade mayonnaise in the referred metropolitan region of São Luís, MA.



Ten samples were collected from the municipalities of São Luís and Paço do Lumiar. The samples were packaged under conveyance and transported to the IFMA Microbiology Laboratory, São Luís Maracanã campus. Samples were sustainable for degree of acidity, pH, Most Likely Number of total and thermotolerant coliforms, and *Salmonella* spp. The results found that 90% of the samples had a pH>4.0, 40% had contamination by thermotolerant coliforms at 45°C in counts above the permitted and 20% tested suspected contamination by *Salmonella*

spp. These results indicate high contamination of environmental origin and prove that the samples were kept at resistant temperatures. According to the work, it can be concluded that homemade mayonnaise from the Metropolitan Region of São Luís-MA adopted sanitary conditions that are inappropriate for consumption and may represent a risk of transmitting pathogens to consumers.

**Keywords:** Low acidity. Coliforms. Mayonnaise. Mesophiles. *Salmonella* spp.

## 1. INTRODUÇÃO

Na realidade contemporânea, há um aumento crescente na oferta de refeições mais rápidas e de baixo custo, com a ascensão do mercado de “petiscos”, de “food truck” e “fast food” (HAYASHI, 2016). Essa realidade tem levado a demanda por molhos como a maionese caseira para preparação de sanduíches, saladas e outros pratos.

A maionese caseira é um dos principais alimentos identificados como associados a surtos alimentares no país (BRASIL, 2018), em razão do uso de ovos crus. A microbiota presente nos ovos, a falta de higiene dos manipuladores durante o preparo e manuseio, assim como condições inadequadas de armazenamento do produto podem levar a contaminação por microrganismos causadores de deterioração e/ou toxinfecções alimentares nos consumidores (CASEMIRO e MARTINS, 2016).

Apesar do aumento no consumo de alimentos em restaurantes, ambulantes e lanchonetes, muitos estabelecimentos encontram-se em situações insalubres de funcionamento. A falta de conhecimento sobre as boas práticas de manipulação e de higiene associado a grande quantidade de estabelecimentos alimentícios irregulares geram situações de risco de contaminações dos alimentos como a maionese caseira (FARIA, 2016).

Dentre os patógenos causadores de DTA de relevância em ovos e produtos à base de ovos, a bactéria do gênero *Salmonella* destaca-se como o de maior ocorrência nesses produtos. Esse patógeno foi responsável por mais de 30% dos surtos nas duas últimas décadas no país (BRASIL, 2018). A complexidade de erradicação da *Salmonella* na avicultura de postura, dificultando o controle da qualidade sanitária para indústria de ovos atual, tem tornado inviável a garantia de ovos comerciais livres de salmonelas.

Assim, são necessárias medidas higiênicas sanitárias durante o manuseio dos alimentos à base de ovos para proteção da saúde pública (KEERTHIRATHNE *et al.*, 2016).

A maionese preparada com ovos crus é o alimento apontado como mais frequentemente associado aos casos notificados de salmoneloses humanas em alguns municípios brasileiros (MARCHI *et al.*, 2011; KOTTWITZ *et al.*, 2010) e sua contaminação por *Salmonella* spp. é registrada como elevada nesse produto (BARCELOS *et al.*, 2016; CASEMIRO e MARTINS, 2016). Ressalta-se que as características de baixa acidez das maioneses caseiras, com pH acima de 4, permitem a sobrevivência das salmonelas (ZHU *et al.*, 2012). O risco pode ser aumentado quando a maionese é exposta a temperatura ambiental durante o armazenamento e comercialização, favorecendo o crescimento dos microrganismos contaminantes no produto (ROBAZZA *et al.*, 2016).

Verificando a importância desse alimento no comércio de lanches rápidos, esse trabalho objetivou avaliar a qualidade higiênico sanitária de maioneses caseiras produzidas e servidas em lanchonetes da Região Metropolitana de São Luís, MA.

## 2. METODOLOGIA

Foram coletadas 10 amostras de maioneses caseiras de 10 lanchonetes dos municípios de São Luís e Paço do Lumiar, pertencentes a Região Metropolitana de São Luís, MA. Cada amostra de maionese foi coletada assepticamente, mantida na embalagem original, transportadas sob refrigeração para o Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, campus Maracaná.

Inicialmente, foi determinada a acidez e pH seguindo a metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foi pesada 1,246g da amostra de maionese e transferida para um Erlenmeyer com o auxílio de 50 ml de água. Foi adicionado de 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M, até coloração rósea. Para determinação do pH das amostras, foi utilizado um pHmetro analítico Kasvi®.

Para análise microbiológica, foram pesadas, assepticamente, 2,5 g das amostras de maionese e transferidas para frascos contendo 22,5 ml de água peptonada tamponada, obtendo-se uma diluição 1:10. O frasco com tampa, contendo a amostra, foi homogeneizado por agitação, realizando-se 25 inversões (APHA, 2015). A partir dessa diluição (10<sup>-1</sup>) foram feitas diluições seriadas até 10<sup>-3</sup>, retirando-se 1 ml da diluição e

transferindo para tubo contendo 9mL de água peptonada tamponada. Então realizou-se a contagem de coliformes totais e termotolerantes pelo método do Número Mais Provável (NMP), contagem de microrganismos aeróbios mesófilos pelo método Pour plate e a pesquisa de *Salmonella* spp. (SILVA *et al.*, 2017).

Realizou-se a contagem de coliformes totais e termotolerantes pelo método do Número Mais Provável (NMP) (SILVA *et al.*, 2017). Uma alíquota de cada diluição foi inoculada em uma série de três tubos contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), incubados em estufa bacteriológica a 35-37°C, por 24hs, e posterior observação de crescimento com produção de gás. Para a confirmação de coliformes totais, uma alçada de cada amostra suspeita foi transferida para tubos de caldo Verde Brilhante Bile 2% (VB), incubados em estufa a 35°C e banho-maria (45°C), respectivamente. As amostras que evidenciaram retenção de gás foram inoculadas em tubos de ensaio contendo 10 mL de Caldo EC e incubadas em banho-maria a 44,50 ±0,2° por 24/48horas, considerando-se positivos os que apresentaram retenção de gás no tubo de Durham. Posteriormente foi anotado o número de tubos de EC com produção de gás, confirmativo da presença de coliformes a 45º e determinado o número mais provável (NMP)/g.

Para pesquisa de *Salmonella* spp., a diluição 10-1 foi incubada à 37°C por 18 a 20 horas. Após esse período, foi feita a etapa de enriquecimento na proporção 1:10 em caldo Selenito-Cistina (1mL/10mL) e 1:100 em caldo Rappaport Vassiliadis (0,1 mL /10mL), e então, os tubos incubados à 42°C durante 18 a 24 horas. Posteriormente, as amostras foram semeadas em meios indicadores seletivos: Agar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), Agar Verde Brilhante Vermelho De Fenol Lactose Sacarose (BPLS) e Agar Entérico de Hektoen (HE). Após a incubação a 37°C por 24 horas, as colônias suspeitas de *Salmonella* spp. foram isoladas e semeadas em tubos contendo ágar nutriente, sendo incubadas para crescimento a 37°C por 24 horas. As colônias suspeitas de *Salmonella* spp. foram submetidas às provas bioquímicas de urease, mobilidade em meio SIM, em ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) e Agar Lisina Ferro (LIA). As cepas que apresentarem perfil bioquímico compatível com o gênero *Salmonella* foram consideradas positivas.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a tabela 1, verificou-se que o pH das amostras de maioneses caseiras variaram de 3,8 a 5,9. Esses resultados revelam que apenas uma amostra apresentou acidez abaixo de 4, considerada ideal para conservação de maioneses à base de ovos (BRASIL, 2011).

Tabela 1 - Condições higiênicas sanitárias de 10 amostras de maioneses caseiras avaliadas da Região Metropolitana de São Luís, 2019

Município	Amostra	Acidez (%)	pH
São Luís	1	0,2	4.4
	2	0,3	4.2
	3	0,6	4.3
	4	0,7	3,8
	5	0,2	5.9
	6	0,3	5.8
	7	0,5	4.1
Paço do Lumiar	8	0,1	5.6
	9	0,4	4.9
	10	0,3	4.6

Fonte: Autoras.

Sabe-se que em maioneses caseiras, o vinagre ou suco de limão é um ingrediente utilizado na preparação e contém o ácido acético e o ácido cítrico, respectivamente. Estes ácidos conseguem reduzir o pH do alimento, possuindo uma função de conservação. De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), as salmonelas conseguem crescer em ambientes com valores de pH entre 4,5 e 9,3. A presença de ácidos fracos no alimento possuem atividade antimicrobiana podendo, inclusivamente, induzir uma perda de viabilidade (morte celular) para valores de pH inferiores a 4,0 em bactérias como *Salmonella*.

Avaliando a qualidade microbiológica das amostras de maionese (Tabela 2), pode-se perceber que apenas 1 (10%) amostra apresentou-se isenta dos microrganismos avaliados. As outras amostras apresentaram contaminação por coliformes totais, variando de 36 a >1100 NMP/mL. Neste grupo, 5 amostras de maionese, sendo 3 do município de São Luís e 2 de Paço do Lumiar, estavam contaminadas pelo grupo de coliformes à 45°C, indicando que essa contaminação do alimento pode ter ocorrido a partir de ambientes insalubres e com presença de material fecal (SILVA *et al.*, 2017).



Tabela 2 - Resultados das análises microbiológicas de 10 amostras de maioneses caseiras avaliadas da Região Metropolitana de São Luís, 2019

Município	Amostra	Coliformes Totais (NMP/mL)	Coliforme a 45°C (NMP/mL)	Contagem de Mesófilos (UFC/mL)	<i>Salmonella</i>
São Luís	1	0	0	0	Ausência
	2	$4,2 \times 10^2$	$4,2 \times 10^2$	0	Ausência
	3	9,4	9,4	$1,3 \times 10^3$	Ausência
	4	$4,6 \times 10^2$	$2,1 \times 10^2$	$1,3 \times 10^3$	Ausência
	5	$>1,1 \times 10^3$	0	$1,1 \times 10^3$	Ausência
	6	$>1,1 \times 10^3$	0	$8,4 \times 10^3$	Ausência
	7	$2,3 \times 10^1$	0	$6,1 \times 10^3$	Presença
Paço do Lumiar	8	$4,6 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$5,9 \times 10^3$	Ausência
	9	$3,6 \times 10^1$	$6,4 \times 10^1$	$5,1 \times 10^3$	Presença
	10	$>1,1 \times 10^3$	0	$6,4 \times 10^3$	Ausência

Fonte: Autoras.

Do total de 10 amostras analisadas, 5 (50%) amostras apresentaram contaminação por coliformes a 45°C ou termotolerantes, sendo três amostras com contagens de  $10^2$  NMP/mL do alimento (Tabela 2). Estes resultados estão dentro do limite máximo para o parâmetro de Enterobacteriaceae, tomando como base os padrões microbiológicos para maioneses da Instrução Normativa nº60 de 23 de dezembro de 2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. A presença de contaminação de maioneses caseiras por coliformes termotolerantes indicam que condições higiênicas sanitárias inadequadas durante o preparo desse alimento, visto que são indicadores de contaminação de origem fecal (MASS *et al.*, 2020).

Quanto à contagem geral de microrganismos aeróbios mesófilos, observou-se que 8 (80%) das 10 amostras apresentaram contaminação por esses microrganismos, com médias de 103 UFC/g. Esses resultados mostraram contaminação elevada para um alimento pronto para consumo, caracterizando que as amostras de maionese estavam sendo armazenadas em temperaturas inadequadas, ou seja, não refrigeradas, permitindo o crescimento de microrganismos mesófilos (SILVA *et al.*, 2017). Ressalta-se que esta contaminação aponta reduzida vida útil desse alimento para consumo, pela elevada contagem de microrganismos com capacidade deteriorante.

Uma amostra coletada no município de São Luís e uma amostra do município de Paço do Lumiar apresentaram colônias bacterianas com características morfológicas e bioquímicas compatíveis com *Salmonella* spp. (Tabela 2). A contaminação por esta

bactéria patogênica revela risco sanitário aos consumidores, visto que este microrganismo é um dos principais causadores de infecções de origem alimentar (BRASIL, 2018). As duas amostras de maioneses contaminadas com *Salmonella* foram consideradas impróprias para consumo, conforme parâmetros microbiológicos para maioneses previsto pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária Brasileira que é de ausência em molhos como maionese (BRASIL, 2019).

O uso do ovo cru na formulação da maionese caseira pode ser um fator de risco, visto os ovos in natura podem apresentar contaminação por *Salmonella* spp. na casca ou interior dos ovos oriundos das aves ou ambientes de criação (KEERTHIRATHNE *et al.*, 2016). A gema do ovo pode apresentar um local adequado e suficientemente nutritivo para diversas bactérias se desenvolverem, como *Salmonella* spp. (GOMES, 2016). Aliado a esta condição, a baixa acidez das maioneses caseiras, como detectado nas amostras, e o armazenamento inadequado aumenta o risco de multiplicação microbiana (FARIA, 2016).

O estudo realizado por Casemiro e Martins (2016), avaliando maioneses caseiras comercializadas em carrinhos de cachorro-quente, encontraram resultados de alta desconformidade e risco sanitário deste tipo de alimento. Os autores verificaram que todas as 10 (100%) amostras analisadas apresentaram-se fora do padrão microbiológico exigido pela legislação, com altas contagens de coliformes totais e 40% com presença de *Salmonella*.

Alamos *et al.* (2020) encontraram contaminação por *Salmonella* em 28 de 30 amostras de maioneses caseiras e temperadas nas regiões universitárias de Cuiabá e Várzea Grande – MT Segundo os autores, a alta frequência de amostras contaminadas indicaram a negligência nos modos de preparo pelos manipuladores.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o trabalho, pode-se concluir que as maioneses caseiras da Região Metropolitana de São Luís- MA apresentaram condições de acidez e armazenamento inadequadas para segurança alimentar. Existem maioneses em condições sanitárias impróprias para consumo e que podem representar risco de veiculação de patógenos para os consumidores.



## REFERÊNCIAS

- ALAMOS, Cindy Ellen Vargas et al. **Análise da presença de *Salmonella* spp. em maionese caseiras das regiões universitárias de Cuiabá e várzea grande-MT.** 2020. Monografia (Graduação em Biomedicina) – Faculdade de Biomedicina, Centro Universitário de Várzea Grande (Univag), Várzea Grande, Mato Grosso, 2020.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** 5 ed. 2015. Disponível em: <https://ajph.aphapublications.org/doi/book/10.2105/MBEF.0222>. Acessado em: Mar, 2019.
- BARCELOS, I.B. et al. Pesquisa de *Salmonella* spp. e *Listeria Monocytogenes* em Saladas Contendo Maionese Comercializadas em Restaurantes Localizados no Município de JI – Paraná, Rondônia, Brasil. **Journal Health Science**, 18, n.3, 2016. Disponível em: <https://revista.pgskroton.com/index.php/JHealthSci/article/view/3583>. Acessado em: Mar, 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial. Brasília.** 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-ndeg-60-de-23-de-dezembro-de-2019.pdf/view>. Acessado em: Fev, 2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Doenças transmitidas por alimentos – informações técnicas. 2018. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/saude-de-a-z/doencas-transmitidas-por-alimentos/informacoes-tecnicas>. Acessado em: Set, 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Manual Técnico de Diagnóstico Laboratorial da Salmonella spp. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde. 2011. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs/doencas-diarreicas-agudas/manual-tecnico-de-diagnostico-laboratorial-das-salmonella-spp.pdf/view>. Acessado em: Set, 2022.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil**, jan. 2018. Disponível em: <chrome-extension://oemmdcbldboiebnladdacbdmfmadm/http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta----o-Surtos-DTA-2016.pdf>. Acessado em: Fev, 2019.
- CASEMIRO, L.P.; MARTINS, A.L.O. Prevalência de contaminação microbiológica e parasitológica de maionese caseiras comercializadas em carrinhos de cachorro-



quente. **RBAC**, p.48, n., p.394-399, 2016. Disponível em: <chrome-extension://oemmdcbldboiebfnladdacbdmfmadam/http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta---o-Surtos-DTA-2016.pdf>. Acessado em: Out, 2020.

FARIA, J. N. M. **Análise microbiológica de maionese caseira servidas em lanchonetes na cidade de Dores do Indaia-MG**. 2016. Monografia. (Bacharelado em Farmácia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco (FASF/UNISA), Luz, Minas Gerais, 2016.

GOMES, I.A. Utilização de óleo essencial de orégano como antimicrobiano e antioxidante natural em maionese de baixa acidez. **Dissertação** (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Estado do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

HAYASHI, Marcella Yumi. **Um estudo sobre o movimento dos food trucks em São Paulo**. 2016. 76f. Monografia (Pós graduação- especialização em Relações Públicas, Propaganda e Turismo - (Escola de Comunicação e Artes).Universidade de São Paulo, São Paulo. 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KEERTHIRATHNE, T. P. et al. A review of temperature, pH, and other factors that influence the survival of Salmonella in mayonnaise and other raw egg products. **Pathogens**. 5, n. 4, p. 63, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27869756/>. Acessado em: Jan, 2020

KOTTWITZ, L.B.M. et al. Avaliação epidemiológica de surtos de salmonelose ocorridos no período de 1999 a 2008 no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**. Health Sciences, Maringá, 32, n. 1, p. 9-15, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3072/307226626002.pdf>. Acessado em:Fev, 2020.

MARCHI, D.M. et al. Ocorrência de surtos de doenças transmitidas por alimentos no Município de Chapecó, Estado de Santa Catarina, Brasil, no período de 1995 a 2007. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, n.20, n.3, p.401-407, jul-set, 2011. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-601476>. Acessado em: Set, 2019.

MAAS, A. Avaliação microbiológica de maionese caseira comercializada no Município de Ji-Paraná, Rondônia. **C&D-Revista Eletrônica da FAINOR**, Vitória da Conquista, v.13, n.1, p. 205-214. 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/339214692\\_AVALIACAO\\_MICROBIOLOGICA\\_DE\\_MAIONESE\\_CASEIRA\\_COMERCIALIZADA\\_NO\\_MUNICIPIO\\_DE\\_JI-PARANA\\_RONDONIA](https://www.researchgate.net/publication/339214692_AVALIACAO_MICROBIOLOGICA_DE_MAIONESE_CASEIRA_COMERCIALIZADA_NO_MUNICIPIO_DE_JI-PARANA_RONDONIA). Acessado em: Jan, 2021.

ROBAZZA, W.S. et al. Modelagem do crescimento de *Salmonella Enteritidis* em maionese adicionada de óleo essencial de orégano. **Vetor**, Rio Grande, 26, n. 2, p. 51-60,

2016. Disponível em: <https://www.periodicos.furg.br/vetor/article/view/6515>.  
Acessado em: Jan, 2020.

SILVA et al. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e água. **Editora Blucher**. 2017. Disponível em: <https://cdn.leancommerce.com.br/blucher/produtos/materiais-apoio/fb16f9dd-5e60-47d5-ae6f-fa52b2ed98d0-baixe-uma-amostra.pdf>.  
Acessado em: Jan, 2022.



# CAPÍTULO XVIII

## ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS EM ALIMENTOS – MOLHOS ARTESANAIS COMO PARÂMETRO DE ESTUDO

### PHYSICOCHEMICAL ANALYSIS OF FOOD – HANDMADE SAUCES AS A STUDY PARAMETER

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-18

Francisco Sérvulo de Oliveira Carvalho <sup>1</sup>  
Bárbara Jéssica Pinto Costa <sup>2</sup>  
Ana Carla Diógenes Suassuna Bezerra <sup>3</sup>  
Karoline Mikaelle de Paiva Soares <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Nutricionista. Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, com ênfase em Microbiologia e Tecnologia de Alimentos (UFERSA).

<sup>2</sup> Engenheira Química. Mestra em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, com ênfase em Microbiologia e Tecnologia de Alimentos (UFERSA).

<sup>3</sup> Médica Veterinária. Doutora em Ciências Animal (UFERSA). Professora e Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade (UFERSA).

<sup>3</sup> Médica Veterinária. Doutora em Ciências Animal (UFERSA). Professora e Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade (UFERSA).

#### RESUMO

O consumo crescente de alimentos ofertados pelo serviço rápido de alimentação requer uma importante atenção, quanto a possibilidade de transmissão de doenças de origem alimentar, isso devido as falhas no processo de manipulação e conservação do alimento nos estabelecimentos comerciais. Os molhos artesanais, caracterizam-se como alimentos que oferecem sabor diferente do convencional encontrado na indústria podendo mascarar possíveis falhas. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi realizar análises físico-químicas dos molhos comercializados em lanchonetes da cidade de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. O critério de inclusão foi a venda de alimento associado ao molho artesanal, onde foram selecionados aleatoriamente estabelecimentos com localizações distintas. Foram coletadas amostras de sete estabelecimentos. Estas foram imediatamente transportadas ao laboratório onde foram submetidas a análises no mesmo dia da coleta e também após 3 e 6 dias. Avaliações de pH, acidez titulável, sólidos solúveis e cor foram realizados. Em seguida os resultados foram aplicados ao teste de análise de variância

(ANOVA) e o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Com os resultados obtidos, foi possível observar uma leve perda na acidez dos molhos durante os dias de armazenamento sob refrigeração.

**Palavras-chave:** Tecnologia de Alimentos. Validade de produtos alimentícios. Bioquímica de alimentos.

#### ABSTRACT

The growing consumption of food offered by the fast food service requires important attention, regarding the possibility of transmission of food-borne diseases, due to failures in the process of handling and preserving food in commercial establishments. Handcrafted sauces are characterized as foods that offer a different flavor than the conventional one found in the industry, which can mask possible flaws. Thus, the objective of this work was to carry out physical-chemical analyzes of the sauces sold in snack bars in the city of Mossoró, state of Rio Grande do Norte. The inclusion criterion was the sale of food associated with artisanal sauce, where establishments with different locations were randomly selected. Samples were



collected from seven establishments. These were immediately transported to the laboratory where they were subjected to analysis on the same day of collection and also after 3 and 6 days. pH, titratable acidity, soluble solids and color evaluations were performed. Then the results were applied to the analysis of variance test (ANOVA) and the Tukey test at a 5%

significance level. With the results obtained, it was possible to observe a slight loss in the acidity of the sauces during the days of storage under refrigeration.

**Keywords:** Food technology. Validity of food products. Food biochemistry.

## 1. INTRODUÇÃO

São diversas as pesquisas que investigaram as Boas Práticas de Fabricação/ Manipulação em Unidades de Alimentação e Nutrição, nos seus diferentes tipos de estabelecimentos, como restaurante self-service, escolas, comércio de produtos de origem animal, restaurante universitário. Todos com o propósito de avaliar as condições higiênico-sanitárias. Principalmente com finalidade de avaliar a forma de processamento e produção de alimentos, bem como de avaliar seu acondicionamento. O processamento e armazenamento de alimentos produzidos de forma artesanal merecem atenção, devido as possíveis alterações físico-químicas e microbiológicas (FEITOSA et al, 2020).

A ANVISA por meio da Resolução - RDC nº 49, de 31 de outubro de 2013, que concede suporte a vigilância sanitária frente ao microempreendedor individual de alimentos, faz orientações e normatiza regras para garantir padrões diferenciados para essa produção artesanal e de pequeno porte (BRASIL, 2013).

A maneira que o alimento é produzido, seguido das condições do seu armazenamento, vai ocasionar interferência na vida útil/prateleira. Sendo alguns fatores que contribuem para esse ambiente adequado ou desfavorável, como, temperatura, embalagem, pH, atividade de água, acidez, sólidos solúveis e outros (FEITOSA et al, 2020).

## 2. MOLHOS ARTESANAIS

Molhos artesanais ou molhos caseiros são alimentos de baixa acidez por possuir um pH igual ou maior que 4,2. Essa é uma das características que a diferencia das demais produzidas pela indústria de alimentos, que possuem um maior teor de acidificação; outra característica é quanto ao sabor que pode ser agridoce a depender dos ingredientes contidos na receita (ARAÚJO et al, 2019; LARANJEIRA et al., 2020).

Os molhos artesanais têm ganhado espaço no mercado a cada dia, sendo um dos mais comercializados por lanchonetes e redes de serviço de alimentação de rápido atendimento (RICCI; ANTONINI; NINFALI, 2018; SILVA et al, 2019). Dessa forma, esse alimento deve ficar sob refrigeração, ou em temperaturas que preservem as características organolépticas dos alimentos, pois além de ter a sobrevida preservada, os riscos de contaminações por patógenos são minimizados (LARANJEIRA et al., 2020).

O consumo crescente desses molhos tem sofrido grandes questionamentos por ser considerado um alimento que oferece riscos ao consumidor, e por ter como matéria prima o ovo de galinha cru, alimento que pode conter a bactéria do gênero *Salmonella* sp. (CAVANAGH et al., 2017; LARANJEIRA et al., 2020).

### 3. METODOLOGIA APLICADA

#### 3.1. LOCAL E MATERIAL DE ESTUDO

O estudo foi conduzido no município de Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte (RN). Com coletas realizadas em lanchonetes distribuídas nas diversas regiões da cidade, utilizando do critério de inclusão estabelecimentos que trabalhem com o serviço e oferta de molhos artesanais, no total foram avaliados os molhos produzidos em sete estabelecimentos, nos dias zero, três e seis.

#### 3.2. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os aspectos característicos das amostras, como pH, acidez titulável e sólidos solúveis e cor foram analisados segundo as especificações metodológicas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

##### 3.2.1. PH

Foram pesadas 25g de cada amostra em balança analítica e posteriormente homogeneizada com o auxílio espátula ou bastão de vidro (material autoclavado e esterilizado). Em seguida, a amostra foi transportada para um Erlenmeyer contendo 100 mL de água destilada, e aferiu-se o pH com pHmetro calibrado.

##### 3.2.2. ACIDEZ TITULÁVEL

Foram pesadas 25g de cada amostra em balança analítica e posteriormente homogeneizada com o auxílio espátula ou bastão de vidro (material autoclavado e esterilizado). Em seguida, a amostra foi transportada para um Erlenmeyer contendo

100 mL de água destilada, onde adicionou-se três gotas de fenolftaleína como indicador de ácido-base. Posteriormente foi titulada uma solução de hidróxido de sódio a 0,01 M sob agitação constante, até que a amostra apresentasse uma mudança na coloração para fúcsia, indicando que foi atingido o ponto de saturação.

### 3.2.3. SOLIDO SOLÚVEIS

Quatro gotas da amostra foram adicionadas no refratômetro manual, esse foi higienizado antes do uso, tendo sua lente limpa com água destilada. Em seguida a adição das gotas da amostra, os valores foram obtidos em escala Brix.

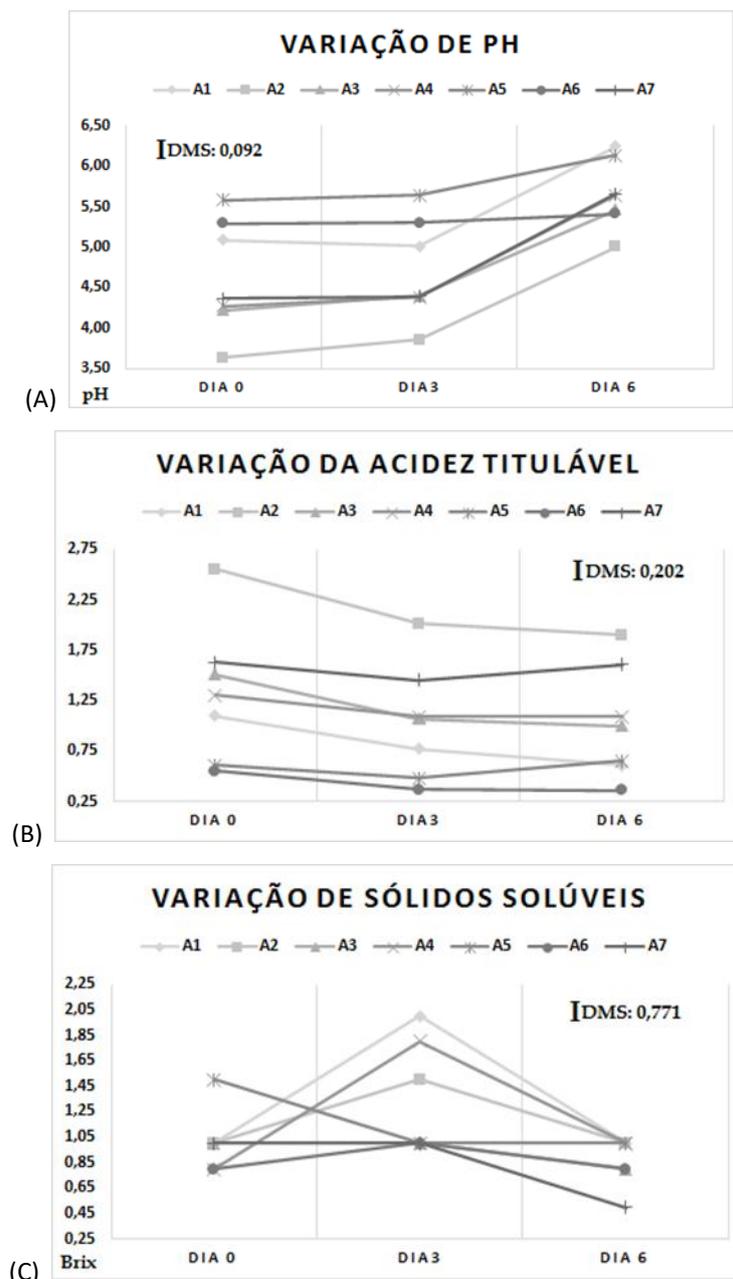
### 3.2.4. COR

A avaliação de cor foi realizada com a utilização do colorímetro de modelo Delta Vista 450G acordo com o sistema CIELAB para a obtenção das coordenadas de luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ) e teor de amarelo ( $b^*$ ). O colorímetro foi padronizado e calibrado antes de aferir a cor das amostras. Os molhos foram introduzidos na capsula de captação de luz que acompanha o próprio aparelho, sendo esse equipamento destinado a avaliação de produtos líquidos, cremosos ou pastosos; de modo a aferir as variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

## 4. RESULTADOS ENCONTRADOS

Na legislação os níveis de pH, Acidez e Sólidos Solúveis não são especificados, de forma a padronizar os produtos comercializados (BRASIL, 2001). Sendo esses de característica artesanal, a indicação aos níveis se torna relativo aos ingredientes utilizados na composição da preparação do produto para agradar o gosto do cliente. Os valores encontrados nas análises realizadas são descritos no Gráfico 5, que tem suas análises realizadas nos dias zero, três e seis.

Gráfico 1 – Avaliação das médias de pH (A), acidez titulável (B), sólidos solúveis (C) em molhos artesanais em diferentes preparações armazenados por seis dias sob estocagem refrigerada.



Legenda: DMS: Diferença Mínima Significativa; A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 correspondem as amostras avaliadas em triplicata, no intervalo de dias: zero, três e seis.

Os valores de pH para as amostras apresentam variações na escala de 3,63 a 5,58 no dia de avaliação zero, apresentando um leve processo de perda de acidez para o dia três, e uma perda mais acentuada no dia seis, entretanto, permanecendo produtos de característica ácida (Gráfico 1 – A), a perda de ação ácida é confirmada na avaliação da acidez titulável (Gráfico 1 – B). A avaliação de sólidos solúveis realizada apresentou resultados não consistentes, podendo ter esses sofrido interferência direta pela temperatura ambiente em que foi analisada no momento das avaliações, mas também,

como não existe um método específico para essa avaliação em molhos, o método pode não apresentar resultados fidedignos, já que esse é recomendado para avaliação de bebidas e vinagres (BRASIL, 1986). Outro fator que pode ter influenciado nos resultados, é que as amostras em seus aspectos pastosos, pode ter bagaços de folhas como composição em seus ingredientes, assim não mantendo uma constância de perda ou ganho na solubilidade das amostras (Gráfico 1 – C). Não foram encontrados estudos com molhos artesanais para comparação dos resultados. Entretanto, existem estudo que falam da importância das análises físico-química, uma vez que esses valores podem servir para mensurar a qualidade do alimento e a predisposição de possíveis microrganismos e reações químicas, envolvendo atividade enzimática e microbiana (ALMEIDA et al, 2020).

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos na caracterização dos molhos, com repetição da avaliação nos dias zero, três e seis, com armazenamento sob estocagem refrigerada.

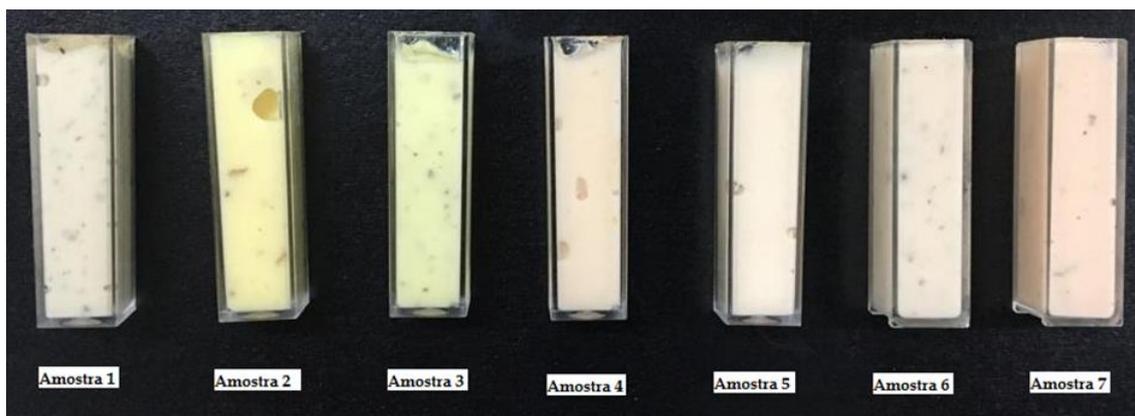
Tabela 1 – Valores de média e desvio padrão obtidos após a avaliação estatística das características relacionadas a cor dos molhos/maionese artesanais em diferentes preparações.

Variáveis	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	
<b>Dia 0</b>	<b>L</b>	55,86 ± 0,03 <sup>a</sup>	60,65 ± 0,04 <sup>b</sup>	59,42 ± 0,05 <sup>b</sup>	60,29 ± 0,07 <sup>b</sup>	62,30 ± 0,07 <sup>c</sup>	60,22 ± 0,09 <sup>b</sup>	61,03 ± 1,05 <sup>c</sup>
	<b>a</b>	-0,1 ± 0,06 <sup>a</sup>	-2,59 ± 0,18 <sup>b</sup>	-3,91 ± 0,10 <sup>b</sup>	4,05 ± 0,10 <sup>c</sup>	3,19 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,45 ± 0,69 <sup>bc</sup>	5,61 ± 0,08 <sup>d</sup>
	<b>b</b>	9,36 ± 0,09 <sup>a</sup>	20,06 ± 0,07 <sup>b</sup>	17,10 ± 0,15 <sup>b</sup>	11,21 ± 0,06 <sup>a</sup>	10,23 ± 0,04 <sup>a</sup>	9,49 ± 0,47 <sup>b</sup>	11,48 ± 0,05 <sup>b</sup>
<b>Dia 3</b>	<b>L</b>	58,95 ± 0,17 <sup>a</sup>	59,79 ± 0,17 <sup>a</sup>	58,84 ± 0,22 <sup>a</sup>	59,10 ± 0,19 <sup>a</sup>	64,32 ± 0,31 <sup>b</sup>	57,54 ± 0,15 <sup>a</sup>	59,26 ± 0,02 <sup>a</sup>
	<b>a</b>	0,34 ± 0,26 <sup>a</sup>	-2,13 ± 0,26 <sup>b</sup>	-4,54 ± 0,15 <sup>b</sup>	3,72 ± 0,18 <sup>c</sup>	3,62 ± 0,35 <sup>c</sup>	1,50 ± 0,23 <sup>ac</sup>	5,36 ± 0,27 <sup>d</sup>
	<b>b</b>	10,17 ± 0,19 <sup>a</sup>	19,43 ± 0,16 <sup>b</sup>	16,62 ± 0,13 <sup>c</sup>	11,00 ± 0,08 <sup>a</sup>	10,63 ± 0,18 <sup>a</sup>	9,42 ± 0,10 <sup>a</sup>	11,86 ± 0,05 <sup>a</sup>
<b>Dia 6</b>	<b>L</b>	57,20 ± 1,50 <sup>a</sup>	59,87 ± 0,27 <sup>b</sup>	59,15 ± 0,27 <sup>b</sup>	59,94 ± 0,23 <sup>b</sup>	63,05 ± 0,09 <sup>c</sup>	58,38 ± 0,54 <sup>ab</sup>	60,58 ± 0,51 <sup>c</sup>
	<b>a</b>	0,16 ± 0,02 <sup>a</sup>	-2,58 ± 0,18 <sup>b</sup>	-4,19 ± 0,30 <sup>b</sup>	3,88 ± 0,13 <sup>c</sup>	3,08 ± 0,17 <sup>c</sup>	1,72 ± 0,11 <sup>ac</sup>	5,47 ± 0,30 <sup>d</sup>
	<b>b</b>	9,84 ± 0,37 <sup>a</sup>	19,26 ± 0,23 <sup>b</sup>	16,66 ± 0,42 <sup>c</sup>	11,29 ± 0,40 <sup>a</sup>	10,28 ± 0,15 <sup>a</sup>	8,90 ± 0,30 <sup>a</sup>	11,24 ± 0,14 <sup>a</sup>

Legenda: A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7 correspondem as amostras avaliados em triplicata; L: Luminosidade; a\* coordenada vermelho/verde; b\* coordenada amarelo/azul. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha significam diferença estatística (p<0,05).

Para a avaliação de cor dos molhos artesanais coletados, a cromaticidade  $a^*$  (teor vermelho) foi estatisticamente prevalente na amostra A7 quando comparado com as demais, com a média de valores dos três dias de avaliação de  $5,48 \pm 0,21$ , caracterizando um molho com predisposição a coloração vermelha. A cromaticidade  $b^*$  (teor de amarelo) foi considerada predominante aos resultados da amostra A2 com média de  $19,48 \pm 0,15$ ; seguida da amostra A3 com média  $16,79 \pm 0,23$ , ambas as amostras com característica de coloração amarelada. O parâmetro de luminosidade representa a capacidade de uma amostra de difundir a luz. Este parâmetro não apresentou diferença significativa entre as amostras. Não foram encontrados estudos que analisaram cor de molhos de modo a compará-los. Esses resultados encontrados podem ser relacionados aos aspectos visuais de cor que podem ser vistos na imagem abaixo.

Figura 1 – Amostra de molhos coletados em diferentes estabelecimentos na cidade de Mossoró, RN.



Fonte: Acervo próprio.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos apresentam uma leve perda na acidez dos molhos durante os dias de armazenamento sob refrigeração. Se fazendo necessário novos estudos que avaliem a condição de vida de prateleira desses alimentos, e que essas se façam diariamente e por um intervalo de tempo maior.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. L. J. *et al.* Análise físico-química e microbiológica de reservatórios de água para abastecimento industrial. **Research, Society and Development**, v. 9, n.4, e07942795, 2020.

ARAÚJO, T. D. S. *et al.* Análise microbiológica de molhos caseiros comercializados em food trucks e restaurantes do município de Bebedouro-SP. **Revista Ciências Nutricionais Online**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 14-19, 23 mar. 2019.

BRASIL. ANVISA. Resolução - RDC N° 49, de 31 de outubro de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília-DF, 31 out. 2013. Seção 1.

CAVANAGH, K. *et al.* Foodborne Illness Outbreak Investigation in a High-Profile Sports Club. **Sports Medicine - Open**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-5, 24 jun. 2017. *Springer Science and Business Media LLC*.

FEITOSA, B. F. *et al.* AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE MANIPULAÇÃO EM LANCHONETE DA CIDADE DE POMBAL – PB DURANTE O PREPARO DE MOLHO ARTESANAL: análises microbiológicas e estabilidade físico-química no armazenamento. **Revista Destaques Acadêmicos**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 345-355, 24 nov. 2020.

IAL - Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020

LARANJEIRA, F. D. L. *et al.* PESQUISA DE *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* E *Staphylococcus aureus* EM MAIONESES CASEIRAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE-CE. **Revista Interfaces**, [S.l.], v. 2, n. 8, p. 554-560, 10 jun. 2020.

RICCI, A.; ANTONINI, E.; NINFALI, P. Homemade Tomato Sauce in the Mediterranean diet: A Rich Source Of Antioxidants. **Italian journal of food science**, Vol.30 (1), p.37-49. 2018.

SILVA, M. A. *et al.* O consumo de produtos ultraprocessados está associado ao melhor nível socioeconômico das famílias das crianças. **Ciênc. saúde coletiva** 24 (11). p. 4053 – 4060. Nov 2019.



# CAPÍTULO XIX

## CORANTES NATURAIS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NA INDÚSTRIA DA MODA

### NATURAL DYES AS A SUSTAINABLE ALTERNATIVE IN THE FASHION INDUSTRY

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-19

Jheniffer Luany Borgo Perandr <sup>1</sup>  
Nívea Taís Vila <sup>2</sup>  
Márcia Gomes da Silva <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

<sup>2</sup> Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

<sup>3</sup> Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Têxtil. Universidade Estadual de Maringá – UEM

#### RESUMO

O fato da indústria têxtil e da moda serem consideradas grandes poluidoras do meio ambiente tem levado   procura de matérias-primas e processos mais sustentáveis. Neste sentido, uma das soluções que tem sido amplamente estudada é a utilização de corantes naturais, devido ao fato de serem biodegradáveis, não-tóxicos, não-alerg nicos e ecologicamente seguros. Diversas marcas porte têm buscado aderir a essa prática mais sustentável. Deste modo, esta pesquisa tem como objetivo estudar sobre a indústria da moda e o conceito de sustentabilidade, destacar a utilização de corantes naturais como alternativa de prática sustentável e por fim, identificar as marcas que fazem o uso de corantes naturais e as práticas que têm sido adotadas.

**Palavras-chave:** Tingimento natural. Sustentabilidade. Moda.

#### ABSTRACT

The fact that the textile and fashion industry are considered major polluters of the environment has led to the search for more sustainable raw materials and processes. In this sense, one of the solutions that has been widely studied is the use of natural dyes, due to the fact that they are biodegradable, non-toxic, non-allergenic and ecologically safe. Several brands have sought to adhere to this more sustainable practice. In this way, this research aims to study the fashion industry and the concept of sustainability, highlight the use of natural dyes as an alternative to sustainable practice and, finally, identify the brands that use natural dyes and the practices they have been adopted.

**Keywords:** Natural dye. Sustainability. Fashion.



## 1. INTRODUÇÃO

A indústria têxtil possui uma extensa cadeia de produção, começando desde a produção das fibras até o produto acabado, e, em seguida a comercialização do mesmo, gerando desta forma, grandes impactos ao meio ambiente (KUSHNIRENKO, 2021).

Dentro da cadeia produtiva têxtil, os setores de tingimento e acabamento são os maiores responsáveis pelos impactos gerados, dado o elevado consumo de água e a utilização de produtos químicos, principalmente corantes que, após serem utilizados nos processos são descartados e acabam por atingir os recursos hídricos, gerando uma carga de efluentes que ocasiona um problema ambiental significativo (SALEM, 2010). Muitos corantes sintéticos são de difícil biodegradação e conhecidos por serem tóxicos e/ou carcinogênicos (MAHMOODI; SALEHI; ARAMI, 2011).

A alta demanda pela produção de corantes sintéticos está intimamente relacionada às exigências impostas pela indústria da moda, que tem se constituído num segmento de alto crescimento, onde os ciclos de produção são comprimidos, o design das peças é constantemente atualizado, para que os consumidores ampliem seus “guarda-roupas” e o renovem rapidamente, tratando suas peças de vestuário como descartáveis (REMY; SPEELMAN, SWARTZ, 2016).

Surge deste contexto a necessidade de o setor industrial da moda alterar a sua forma de produção, buscando soluções menos impactantes ao meio ambiente (NARIMATSU et al., 2020).

Somado a isto, uma parte cada vez mais crescente da população tem dado maior preferência aos produtos de vestuário ecologicamente seguros, devido ao aumento nas preocupações com a saúde e com o meio ambiente (LO; YEUNG; CHENG, 2012).

Nestas circunstâncias, o termo “eco-fashion” ou moda sustentável, surge como um ponto de partida para a reflexão sobre o sistema da moda à frente dos princípios para um desenvolvimento sustentável, com os objetivos de ser economicamente viável, justo com a sociedade e ecologicamente correto, logo, criar produtos seguindo estes princípios tem sido desafiador para a indústria da moda. É preciso descobrir novos cenários para contornar os impactos ambientais que são causados desde a origem da matéria-prima até o descarte pelo consumidor (SCHULTE; LOPES, 2008).

A sustentabilidade e o cuidado com os resíduos industriais passaram a ser uma preocupação para existir uma indústria menos poluente, com menor gasto em quantidade de produtos químicos e energia, e com a utilização dos recursos naturais de forma racional e equilibrada, principalmente, preservando-os.

Técnicas de reciclagem, reutilização de materiais e o uso correto de matérias-primas derivadas de fontes renováveis têm sido divulgadas, evidenciando como as vantagens da tecnologia moderna podem ser utilizadas sem agredir o meio ambiente (SOUZA et al., 2021).

Fica evidenciado que a preocupação por questões ambientais tem aumentado e o público tem optado por produtos sustentáveis. A realidade é que o consumo de moda se mostra muito intenso, desta forma, é necessário ter consciência ambiental em todos os setores, principalmente nas indústrias. O desafio é encontrar matérias-primas e processos que reduzam os impactos ambientais causados pela indústria têxtil e que possuam vantagens competitivas.

Sendo assim, o uso de corantes naturais se mostra como excelente alternativa para contornar este problema, uma vez que tais compostos são ambientalmente compatíveis, não tóxicos, biodegradáveis e livres de efeitos alérgicos, podendo ser produzidos através de várias fontes naturais, como plantas, fungos e minerais (IBRAHIM et al., 2010; SILVA, 2014).

## 2. MODA E SUSTENTABILIDADE

No final da década de 1980 o termo Sustentabilidade foi definido pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), da Organização das Nações Unidas (ONU) como a capacidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades (CMMAD, 1988).

No contexto industrial, o desenvolvimento sustentável deve levar em consideração o ciclo de vida dos produtos, desde a extração da matéria-prima até o pós-descarte, garantindo que o desenvolvimento de tais produtos não seja maléfico à saúde e ao meio ambiente.

A indústria da moda, inserida na cadeia têxtil e de confecção tem sido associada a diversos danos sociais e ambientais causados por processos e insumos usados ao longo



da cadeia, tais como o alto consumo de água, utilização de produtos tóxicos e não renováveis, emprego de trabalho escravo ou em subcondições, alto consumo de energia e de emissões, uso insustentável do solo e perda de biodiversidade, geração de resíduos sólidos, entre outros (BERLIM, 2016).

Em termos globais, a indústria têxtil é responsável por 10% do total de emissões de gás carbônico (RODRIGUES; FABRI, 2016). Além disso, 50% das fibras têxteis produzidas mundialmente são originárias de petróleo, o que contribui para o aquecimento global devido a transformação destas em tecidos. A obtenção de matérias-primas para a fabricação de fibras e fios e para o acabamento de tecidos também são processos que demandam a queima de combustível fóssil, primeiramente, no setor da agricultura, nos maquinários utilizados, posteriormente na geração de energia para as máquinas de lavagem e de tingimento (BERLIM, 2016).

No processo produtivo têxtil, o setor de tingimento é um dos maiores responsáveis pelo elevado consumo de água e produtos químicos, principalmente corantes. Durante o processo de tingimento aproximadamente 10-15% dos corantes utilizados são liberados em águas residuais, sendo a causa raiz da poluição ambiental. Os produtos químicos auxiliares utilizados nos processos de tingimento e descartados como efluente também estão associados a problemas ambientais e de saúde (GITA et al., 2016).

Os problemas ambientais estão relacionados à liberação de produtos químicos no ambiente aquático, que diminuem a concentração de oxigênio na água, com a presença de hidrossulfetos, bloqueando a passagem de luz através da água, prejudicando o ecossistema aquático. Em torno de 40% da utilização de corantes contêm cloro organicamente ligado, que é cancerígeno e os metais pesados presentes nos efluentes têxteis não são biodegradáveis, acumulando-se nos órgãos do corpo humano, ocasionando diversas doenças. Desta forma, os efluentes têxteis que não são tratados da maneira correta afetam negativamente a vida humana e aquática (GITA et al., 2016).

Diante do contexto apresentado, as empresas têxteis desde o início da década de 90, com a necessidade de implementação da ISO 14000, passaram a integrar a questão ambiental, desenvolvendo projetos ambientais e sociais, revendo todo o



processo produtivo e maneiras de fazer adequadamente o tratamento de efluentes, visando minimizar os prejuízos ambientais (SCHULTE; LOPES, 2008).

As práticas sustentáveis são investimentos que visam tanto a questão ambiental, como também, pode ser lucrativo para as indústrias e toda a cadeia de produção. De acordo com a marca Etiqueta Única (2018) os consumidores que se interessam por produtos sustentáveis estão em busca de peças que tenham significado e provoquem certo diálogo, este mesmo consumidor evita fazer o descarte de suas peças rapidamente e se preocupa em saber o processo de fabricação das peças, isto é, quais as condições de trabalho, onde foi produzido, o tipo de tecido e os componentes utilizados e ainda se é possível fazer a reciclagem completa da peça após o uso. O consumidor deve sempre pensar de forma consciente pois o que compra e o que descarta não é apenas uma escolha que afeta somente o mesmo.

O consumidor que busca investir na moda sustentável deve pesquisar marcas que demonstrem responsabilidade social, buscando produtos que sigam regras de preservação ambiental em sua produção, além de procurar por informações de procedência, preocupando-se cada vez mais em reciclar, reutilizar, reduzir, reaproveitar e repensar o consumo da moda (AMALIA, 2021).

De acordo com Pinto et al. (2017), para garantir a sustentabilidade na indústria da moda, as marcas devem priorizar matérias-primas naturais e processos de baixo impacto ambiental, incluindo fibras orgânicas ou recicladas e tingimento natural. Devem contemplar também a valorização do trabalhador, proporcionando salários justos e dignas condições de trabalho.

Por conseguinte, na indústria da moda, a sustentabilidade tornou-se uma palavra-chave. Diversos designers internacionais têm aderido a práticas mais sustentáveis, como por exemplo Christopher Raeburn, que utiliza materiais reciclados em suas linhas de vestuário e Katharine Hamnett, que defende o uso de fibras orgânicas e também de processos de produção com baixo impacto ambiental (THOMAS, 2019).

A empresa austríaca Lenzing, que produz fibras celulósicas à base de madeira, desenvolveu uma tecnologia chamada refibra, que utiliza a pasta da madeira, resíduos de corte gerados pela produção de algodão e também resíduos têxteis de algodão pós-consumo, com a finalidade de tornar a reciclagem de resíduos têxteis tão comum como a reciclagem de papel (LENZING, 2022).

A marca italiana Benetton, desenvolveu um conceito de “malha de fio único”, é um procedimento que confecciona a peça numa máquina de tricô 3D, utilizando apenas um único cone de fio, sem costura, evitando todo e qualquer desperdício. Após o uso da peça, a mesma pode ser enviada para a fábrica para reciclagem, transformando-se em um novo cone de fio, trazendo um novo conceito de sustentabilidade para a indústria da moda (FCEM, 2022).

A marca Levi Strauss & Co, proclamou que a palavra sustentabilidade é costurada em todos os tecidos produzidos por eles, a fim de mostrar que o trabalho que fazem ajuda a proteger o planeta. Desta forma, termos como “ecologicamente correto”, “sustentável” e “responsável” aparecem cada vez mais nos materiais de marketing e nos relatórios anuais das grandes marcas da moda (THOMAS, 2019).

### 3. UTILIZAÇÃO DE CORANTES NATURAIS COMO PRÁTICA SUSTENTÁVEL

Dentre as diversas práticas sustentáveis que podem ser adotadas pela indústria têxtil e de moda, a utilização de corantes naturais tem se consolidado como uma das principais alternativas.

Os corantes naturais, assim como os sintéticos e artificiais, possuem algumas vantagens e desvantagens quanto ao seu uso. As vantagens são ter um impacto mínimo em relação ao meio ambiente, serem biodegradáveis e renováveis, não ocasionarem problemas em relação ao modo de descarte, produzirem tons suaves e calmantes. Além disso, alguns corantes naturais possuem propriedades medicinais e podem ser utilizados como tratamento antimicrobiano, anti-inflamatório e antialérgico nos tecidos. Contudo, apresentam algumas desvantagens, como o custo elevado para se produzir em grande escala, a dificuldade de padronização das cores e a ausência de boas propriedades de brilho e de solidez (CHOUDHURY, 2018).

Apesar disso, diversos grupos de pesquisa têm analisado diferentes corantes naturais com resultados promissores, a fim de aumentar a variedade de cores e melhorar as propriedades de solidez do corante na fibra (SILVA, 2018). Neste sentido, a biodiversidade brasileira tem potencial para contribuir com a criação de uma cartela de cores bastante diversificada (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011).

Para os corantes naturais serem considerados menos impactantes ao meio ambiente quando comparados aos corantes sintéticos, deve-se considerar alguns



aspectos importantes sobre sua utilização, produção e a forma de consumo. Devem ser de fácil coleta, produção e disponível em quantidade suficiente, além de terem alto teor de corante (SILVA, 2018). Ainda, o corante deve possuir facilidade de extração em meio aquoso e processo aplicável a máquinas e equipamentos de tingimento já existentes (BECHTOLD et al., 2003).

Devido os corantes naturais apresentarem limitações de solidez, brilho e tonalidade, é comum a utilização de mordentes metálicos, a fim de produzir cores mais vivas e melhorar a solidez (PRABHU; BHUTE, 2012). Esse processo é utilizado para melhorar a absorção e a fixação do corante sobre a fibra, visto que a maior parte dos corantes naturais apresenta uma afinidade limitada sobre as fibras têxteis. Além disso, a presença do mordente altera muitas vezes a tonalidade do corante, ou seja, diferentes mordentes produzem diferentes tonalidades utilizando o mesmo corante (SAMANTA; KONAR, 2011; SINGH; SINGH, 2018; ZARKOGIANNI et al., 2011).

Os mordentes mais utilizados nos processos de tingimento com corantes naturais são os chamados mordentes metálicos, que consistem em sais de metais de transição, como alumínio, cromo, ferro, cobre, chumbo, zinco e estanho (DEBASISH, 2011). Apesar destes mordentes contribuírem para o desenvolvimento da ampla variedade de cores dos corantes naturais, a maioria destes mordentes metálicos é considerada tóxica e sua utilização deve ser evitada na preparação de produtos têxteis sustentáveis (PRABHU; BHUTE, 2012).

Uma alternativa à utilização de mordentes metálicos é o emprego de mordentes de origem vegetal, como os taninos, que podem ser obtidos a partir de diversas plantas, como o eucalipto, a romãzeira, a casca de araucária e o tamarindeiro (SHAHID et al., 2013). Estas substâncias têm sido utilizadas como mordentes para o tingimento de fibras naturais como algodão, linho, lã e seda. Em geral os materiais tingidos utilizando o tanino como mordente, apresentam boa solidez à lavagem e à luz (PRABHU; BHUTE, 2012).

Diversos trabalhos tem sido realizados baseando-se na técnica de tingimento utilizando corantes e mordentes naturais.

Amutha *et al.* (2020) utilizaram os mordentes naturais alúmen e sulfato ferroso, que possuem menor impacto ambiental, no tingimento com os corantes naturais dos frutos de *Therminalia arjuna* e *Thespesia populnea*, aplicando em tecidos de seda,



algodão e poliamida. Quanto aos resultados de solidez à lavagem, os tecidos que tiveram a melhor solidez foram o de seda e poliamida, classificados com 4 e 4-5, já o de algodão teve uma classificação média 3-4, utilizando os graus da escala cinza para avaliação dos parâmetros de solidez. Os resultados de solidez à fricção a seco foram de classificação 5 e fricção a úmido 4-5 para as amostras de seda, algodão e poliamida, concluindo que o tecido de algodão é o mais complexo quando se trata de tingimento natural.

Ismal *et al.* (2014) fizeram uma comparação entre mordentes metálicos e biomordentes com o intuito de melhorar a solidez de tecidos de lã tingidos com casca de amêndoa. Utilizou como mordente metálico sulfato de ferro II, sulfato de cobre II, dicromato de potássio e como biomordente o pó de bolota (fruto do carvalho), casca de romã, alecrim e tuia-da-china. Considerando as propriedades de solidez, a tuia-da-china não foi eficaz na solidez à lavagem e à luz; bolota e casca de romã melhoraram a resistência à lavagem e à luz; o alecrim não foi eficaz na resistência à luz, porém melhorou a solidez à lavagem. Os biomordentes bolota e casca de romã produziram resistência à luz igual aos mordentes de cobre e ferro. Os valores de solidez à luz dos biomordentes de alecrim e tuia-da-china foram semelhantes ao do cromo e menores que a de cobre e ferro. Desta forma, o uso de biomordentes é um conceito promissor que pode reduzir a dependência de mordentes metálicos.

Rather *et al.* (2016) investigaram a possibilidade de tingir o tecido de lã utilizando o extrato de *Adhatoda vasica* como corante natural, que possui tons variados quando utilizado com diferentes mordentes. Utilizaram sais metálicos e mordentes extraídos de taninos naturais, como casca da acácia arábica, casca de romã e sementes de carvalho aleppo (*Quercus infectoria*) para comparar as propriedades de cor e solidez das amostras de lã tingidas. Após a comparação dos resultados de tingimento utilizando sais metálicos e os biomordentes, concluíram que os biomordentes produziram diferentes gamas de cores como era esperado de um mordente, proporcionando assim grande potencial para substituir os sais metálicos no tingimento da lã. As amostras de lã mostraram classificação 5 quanto a solidez à luz, quanto a solidez à lavagem teve classificação ótima e quanto a solidez à fricção a seco e a úmido apresentaram uma classificação muito boa, com índice de 4-5 na escala cinza.



Sanjeeda e Taiyaba (2014) descreveram que substâncias como suco de limão, polpa de tamarindo e romã podem ser utilizados como mordentes naturais nos processos de tingimento, podendo-se obter grande variedade de cores.

Em um estudo realizado por Rani, Jajpura e Butola (2020), investigaram a possibilidade de tingir um tecido de lã utilizando como corante natural o extrato em pó da folha de papaya (*Carica papaya L.*), utilizando extratos de taninos naturais como as cascas de romã, cascas de laranja e pó de amla. Os resultados do uso de biomordentes para tingimento da lã foram comparáveis aos dos mordentes metálicos, apresentando excelentes resultados de solidez. Verificou-se ainda que a amostra tingida apresentou um ótimo comportamento antimicrobiano.

Hosseinnezhad *et al.* (2020) realizaram um estudo para avaliar a combinação de mordentes naturais como uma nova técnica para o tingimento sustentável em um tecido de lã, visto que a aplicação de biomordentes tem sido muito recomendada para melhorar a qualidade do tingimento, principalmente biomordentes à base de tanino. *Rubia tinctorum L.* foi utilizada como corante, Myrobalan amarelo e Myrobalan preto foram utilizados como biomordentes. Com a utilização de um espectro FTIR-ATR foram analisadas as fibras tingidas e lavadas e foi possível confirmar a ligação entre as fibras de lã, os biomordentes e as moléculas de corante. A força colorística foi caracterizada por um valor K/S de 35,77. Os resultados de solidez à luz, lavagem e fricção da lã utilizando os biomordentes foram considerados bons.

Um outro estudo feito por Hosseinnezhad *et al.* (2017), que buscou uma abordagem ecológica utilizando corantes e mordentes no processo de tingimento, utilizou tecidos de seda tingidos com biomordentes obtidos a partir do pó de romã azeda e doce e também sua mistura, obtendo uma cor vermelha. Os tecidos tingidos com os biomordentes tiveram um índice de alteração de cor de 3-4, manchamento das fibras adjacentes de 4-5 e solidez à luz de 2-3. Os autores concluíram que a utilização destes biomordentes oferecem alto potencial para substituir os sais metálicos no processo de tingimento da seda.

Considerando os resultados dos estudos referentes ao tingimento com corantes naturais e biomordentes anteriormente relatados, é possível afirmar que tais corantes e mordentes podem ser empregados no tingimento de tecidos de fibras naturais como uma alternativa aos corantes sintéticos, reduzindo desta forma os impactos ambientais



causados por este processo. De fato, atualmente já é possível encontrar diversos produtos de moda desenvolvidos utilizando apenas produtos de origem natural nas etapas de tingimento e acabamento.

Marcas que aderiram à utilização de corantes naturais

Dada a importância da inserção de práticas sustentáveis na indústria da moda, já discutida na seção 1.1, diversas marcas têm inserido em suas linhas de produtos, coleções desenvolvidas utilizando produtos naturais em substituição aos sintéticos nos processos produtivos, tais como utilização de algodão orgânico e outras fibras naturais, corantes, mordentes e produtos auxiliares de origem natural.

O segmento de roupa infantil Pistache & Banana, utiliza algodão orgânico para confeccionar suas peças e corantes naturais para tingi-las, desta forma, os consumidores recebem uma peça que não contém produtos químicos, livrando-se de possíveis alergias ou doenças respiratórias (VIANA et al., 2015).

A marca Flávia Aranha, criada em 2009, possui características marcantes e atemporais, utilizando tecidos de 100% algodão e tingimento natural. A prática desse tingimento é realizada utilizando como corante o café, a folha de romã e a folha de caju, urucum, açafrão, repolho roxo, cebola roxa, catuaba. As peças não possuem uma estética parecida com a do mercado comum, quando se trata de cores, pois com a utilização do tingimento natural não é possível alcançar tons vivos iguais aos obtidos com o tingimento sintético (PINTO, 2017).

Flávia Aranha busca otimizar o processo de tingimento natural utilizando insumos que são comuns e reaproveitando suprimentos que seriam descartados. Um dos valores mais importantes da marca é criar uma rede de fornecimento humanizada, valorizando a cadeia produtiva desde a matéria-prima até o consumidor final. Devido a marca trabalhar com produtos naturais que precisam de tempo para serem produzidos, o tempo de produção é mais lento, porém representa um processo de revolução no mundo contemporâneo, garantindo maior qualidade, criatividade, ética e enaltecimento do valor do produtor, criando maior conexão com o meio ambiente. Além disso, a proprietária explica que a água utilizada no processo de produção pode ser reaproveitada para aguar plantas, por exemplo, pois todos os produtos são biodegradáveis (PINTO, 2017).

É notável que a marca Flávia Aranha está buscando ampliar o público consumidor, seguindo seus princípios sustentáveis e, com a iniciativa de otimizar o processo de tingimento natural, a marca se preocupa em tornar o consumo de moda sustentável mais acessível à população e permitir que a indústria da moda possa difundir uma técnica sustentável de produção (PINTO, 2017).

A marca brasileira Malwee, expressa que a sustentabilidade sempre fez parte da marca, desta forma lançou a moda sem ponto final, uma moda feita para durar, pensando no bem do planeta e das pessoas. O processo de tingimento natural dessas peças é produzido com o extrato de amoras vermelhas e brancas, incluindo as sementes, flores e folhas (MALWEE, 2020).

A marca brasileira Manui Brasil é uma marca slow fashion que produz peças versáteis, atemporais e únicas. Cada peça conta uma história, são produzidas utilizando corantes naturais e são estampadas manualmente. Uma das coleções da marca Manui Brasil chama-se Simbiose, que vem do grego, vida em conjunto, expressando as trocas energéticas dentro dos relacionamentos pessoais e interpessoais, evidenciando as diversas conjunções de conhecimentos que se cria na vida social. Nesta coleção os tecidos são produzidos com fibras naturais e tingidos com cúrcuma orgânica (MANUI BRASIL, 2022).

A marca Brisa surgiu em 2016, sustentada por pilares que envolvem o consumo consciente, produzindo peças em molde minimalista, sustentável e atemporal, produzidas utilizando matéria-prima nacional de produção local. A cartela de cores da marca se destaca pelo uso da tonalidade natural da fibra e também a técnica de tingimento natural, utilizando extratos de folhas, raízes, sementes e serragem. Por fim, a matéria-prima utilizada no tingimento, como cascas de cebola e serragem do pau-brasil, são utilizadas para fazer compostagem, com o intuito de evitar desperdícios no fim do processo (GITEL, 2019).

A marca Osklen lançou uma edição limitada chamada Green Edition, que envolve o uso de algodão reciclado, cânhamo, tingimento natural e tratamento polygiene®. A malha foi desenvolvida com algodão reciclado e cânhamo, uma combinação que dispensa o uso de agrotóxicos, preservando as reservas de água do planeta. O tingimento natural na cor verde foi produzido a partir da extração de pigmentos naturais com predominância da clorofila, processo este que proporciona uma redução no



consumo de água em até seis vezes. O tratamento polygiene® é um tratamento antimicrobiano que garante menos lavagens, maior durabilidade e economia de água, produtos químicos e energia, prolongando o ciclo de vida do produto. Outros produtos utilizados pela marca como corante natural são o açafreão-da-terra, cochonilha e urucum (OSKLEN, 2022).

A marca de roupas Pangaia lançou uma coleção de roupas que foram tingidas com corante natural produzido a partir de pétalas de flor de cerejeira. Para a marca a sustentabilidade é premissa, utilizam fibras e materiais reciclados de base biológica e corantes botânicos naturais a partir de resíduos de alimentos, plantas, legumes e frutas. Para esta coleção a empresa firmou uma parceria com empresas de chás em Nagoya, no Japão, para coletar flores rejeitadas, não sacrificando as flores das árvores (SOUSA, 2020).

A marca Youcom lançou em 2021 camisetas que utilizavam produtos de baixo impacto ambiental. Para o tingimento das peças, foram utilizados pigmentos naturais que já são utilizados na indústria de cosméticos e pigmentos de resíduos de outras atividades do agronegócio, também foi utilizado uma quantidade variando de 5 a 10% de corantes sintéticos de baixo impacto ambiental, obtendo-se uma elevada economia de energia, água, auxiliares têxteis e tempo de processo. Por fim, para o amaciamento das peças foi utilizado óleo vegetal derivado de resíduos (YOUCOM, 2021).

Devido à crescente demanda das marcas por produtos de moda mais sustentáveis, empresas que fornecem matérias-primas, como tecidos, corantes e produtos auxiliares de tingimento e acabamento têm disponibilizado em seus catálogos uma linha de produtos de origem natural. Um exemplo é a empresa Dalila Têxtil, que possui a linha de tecidos de malha natural color, composta por tecidos tingidos a base de pigmentos naturais como acácia negra e cúrcuma (DALILA TÊXTIL, 2022).

A empresa Etno Botânica fabrica e comercializa corantes e pigmentos naturais, adotando a agricultura familiar como base de sustentação de toda a produção de matéria-prima, bem como plantas e sementes ricas em óleos e manteigas vegetais, resinas e bálsamos para a produção de sabões, surfactantes, fixadores e amaciantes. Visam a construção de cadeias produtivas de cada uma das matérias-primas que desenvolvem e trabalham, sejam de origem cultivada ou extraídas a partir de extrativismo de fontes renováveis. A empresa oferece aos consumidores dois tipos de

produto, a aquarela vegetal, que é um corante solúvel em água e para sua fixação é necessária um tratamento prévio no tecido em banho de mordentes e também a tinta vegetal, que é um pigmento natural insolúvel em água, utilizado para estamparia (ETNOBOTANICA, 2022).

Diante do exposto, fica evidenciado que o mercado de moda sustentável está em constante crescimento, levando ao surgimento de marcas com produtos específicos para atender a um nicho crescente de consumidores cada vez mais preocupados com questões ambientais e de saúde.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que a indústria têxtil é uma das maiores geradoras de impactos negativos ao meio ambiente, devido ao seu elevado consumo de água e também da utilização de produtos químicos, muitas vezes tóxicos, que após seu uso, são descartados ao meio ambiente, nem sempre da maneira correta, acarretando, desta forma, diversos problemas ambientais.

O crescimento nos últimos anos da utilização de corantes sintéticos, está ligado diretamente com as exigências impostas pela indústria da moda, que tem um crescimento muito rápido, produção elevada e design das peças em constante mudança, estimulando as pessoas a comprarem cada vez mais.

Devido ao aumento desses problemas, a sociedade e as indústrias têm buscado cada vez mais maneiras ecológicas e ambientalmente corretas para contornar esta situação. Desta forma, a utilização dos corantes naturais surge como uma alternativa mais sustentável, uma vez que são compatíveis com os tecidos, não tóxicos, não alergênicos e biodegradáveis.

Diversas marcas têm adotado essa prática mais sustentável, promovendo e divulgando os benefícios que as roupas tingidas com os corantes naturais podem proporcionar tanto ao ser humano quanto ao meio ambiente, crescendo nas pessoas um desejo maior em obter peças ecologicamente corretas, justificando assim o aumento do interesse por parte das indústrias de moda em produzir este tipo de peça.

#### REFERÊNCIAS

AMALIA. Moda sustentável vira alternativa para consumidores mais conscientes com o planeta. **Imprensa 24h**, 2021. Disponível em:



<<https://www.imprensa24h.com.br/moda-sustentavel-vira-alternativa-para-consumidores-mais-conscientes-com-o-planeta/#.YjuuUurMJPZ>> Acesso em: 23 mar. 2022.

AMUTHA, K.; GRACE, A. S.; SUDHAPRIYA, N. Dyeing of textiles with natural dyes extracted from *Terminalia arjuna* and *Thespesia populnea* fruits. **Industrial Crops & Products**, v. 148, pg. 1 – 8, 2020.

BECHTOLD, T.; TURCANU, A.; GANGLBERGER, E.; GEISLER, S. Natural dyes in modern textile dyehouses – how to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future? **Journal of Cleaner Production**, v. 11, pg. 499 – 509, 2003.

BERLIM, L.; PORTILHO, F. Transformações no campo da moda: crítica ética e estética. **Enanppas – Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**, pg. 359, 2017.

BRANDÃO, T. Malwee lança peças com tingimento natural para uma moda mais limpa. **Cidade Marketing**, 2021. Disponível em: <<https://www.cidademarketing.com.br/marketing/2021/09/15/malwee-lanca-peças-com-tingimento-natural-para-uma-moda-mais-limpa/>> Acesso em: 13 mar. 2022.

CHOUDHURY, A. K. R. Eco-friendly dyes and dyeing. **Advanced Materials and Technologies for Environmental**, v. 2, pg. 145 – 177, 2018.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – região sul. **MMA**, 2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – CMMAD. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

DEBASISH, D. Natural dye and its application on textile – an overview of present state of affairs. **National Workshop and Seminar on Vegetable dye and application on textiles**. Birbhum: Silpa-Sadana, pg. 53 – 58, 2011.

FCEM. Sustentabilidade na indústria têxtil: tendências inovadoras para proteger o meio ambiente. **Febratex Group**, 2018. Disponível em: <<https://fcem.com.br/noticias/sustentabilidade-na-industria-textil-tendencias-inovadoras-para-proteger-o-meio-ambiente/>> Acesso em: 05 de mar. 2022.

GITA, S.; HUSSAN, A.; CHOUDHURY, T. G. Impact of textile dyes waste on aquatic environments and its treatment. **Environment & Ecology**, v. 35, pg. 2349 – 2353, 2016.

GITEL, M. Marca de roupas adepta do slow fashion se destaca pelo tingimento natural das peças. **Notícia Sustentável**, 2019. Disponível em:



<<https://www.noticiasustentavel.com.br/brisa-slow-fashion/>> Acesso em: 30 mar. 2022.

GREEN EDITION SUSTAINABLE PROCESS. **Osklen**, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.osklen.com.br/greenedition>> Acesso em: 05 abr. 2022.

HOSSEINNEZHAD, M.; GHARANJIG, K.; BELBASI, S.; SAADATI, S. H. S. Green dyeing of silk fabrics in the presence of pomegranate extract as natural mordant. **Progress in Color, Colorants and Coatings**, v. 10, pg. 129 – 133, 2017.

HOSSEINNEZHAD, M.; GHARANJIG, K.; RAZANI, N.; IMANI, H. Green dyeing of wool fibers with madder: study of combination of two biomordant on K/S and fastness. **Fibers and Pigments**, v. 21, n. 9, pg. 2036 – 2041, 2020.

HOW WOOD IS TRANSFORMED INTO FIBERS FOR LIFE. **Lenzing**, c2022. Disponível em: <<https://www.lenzing.com/sustainability/production/technologies>> Acesso em: 05 de mar. 2022.

IBRAHIM, N. A.; EL-GAMAL, A. R.; GOUDA, M.; MAHROUS, F. A new approach for natural dyeing and functional finishing of cotton cellulose. **Carbohydrate Polymers**, v. 82, n. 4, p. 1205-1211, 2010.

ISMAL, Ö. E.; YILDIRIM, L.; ÖZDOĞAN, E. Use of almond shell extracts plus biomordants as effective textile dye. **Journal of Cleaner Production**, v. 70, pg. 61 – 67, 2014.

KUSHNIRENKO, E. Color in fashion design: orange that changed our perception of luxury – the use of color at Hermès Paris. **EasyChair Preprint**, n. 6772, 2021.

LINHA NATURAL COLOR, **Dalila Têxtil**. [s.d.]. Disponível em: <<https://www.dalilatextil.com.br/linha-renova/natural-color/>> Acesso em: 05 abr. 2022.

LO, C. K. Y.; YEUNG, A. C. L.; CHENG, T. C. E. The impact of environmental management systems on financial performance in fashion and textiles industries. **International Journal of Production Economics**. v. 135, pg. 561 – 567, 2012.

MAHMOODI, N. M.; SALEHI, R.; ARAMI, M.; BAHRAMI, H. Dye removal from colored textile wastewater using chitosan in binary systems. **Desalination**, v. 267, pg. 64 – 72, 2011.

MANUI SEMEANDO UMA NOVA POSSIBILIDADE, **Manui Brasil**, c2022. Disponível em: <<http://manuibrasil.com/>> Acesso em: 30 mar. 2022.

MODA SUSTENTÁVEL DA MALWEE, **Malwee**, c2020. Disponível em: <<https://www.malwee.com.br/collections/sustentaveis?O=OrderByReleaseDateDESC>> Acesso em: 13 mar. 2022.

MODA SUSTENTÁVEL E MODA CONSCIENTE – QUAL A DIFERENÇA? **Etiqueta Única**, 2018. Disponível em: <<https://www.etiquetaunica.com.br/blog/moda-sustentavel-e-moda-consciente/>> Acesso em: 23 mar. 2022.

NARIMATSU, B. M. G.; BEM, N. A.; WACHHOLZ, L. A.; LINKE, P. P.; LIZAMA, M. A. P.; REZENDE, L. C. S. H. Corantes naturais como alternativa sustentável na indústria têxtil. **Revista Valore**, Volta Redonda, 5, e-5030, 2020.

PINTO, A. J. M. Uma marca de moda sustentável na economia capitalista: um estudo de caso da marca Flavia Aranha. **Trabalho ed Conclusão de Curso**, Universidade Federal do Ceará, Instituto de Cultura e Arte, Fortaleza, 2017.

PRABHU, K. H.; BHUTE, A. S. Plant based natural dyes and mordants: A Review. **Scholars Research Library**, v. 2, n. 6, pg. 649 – 664, 2012.

PRODUTOS PARA ESTAMPARIA. **Etno Botânica**, [s.d.]. Disponível em: <<https://etnobotanica.com.br/produtos-para-estamparia>> Acesso em: 06 abr. 2022.

RANI, N.; JAJPURA, L.; BUTOLA, B. S. Ecological dyeing os protein fabrics with *Carica papaya L.* leaf natural extract in the presence of bio-mordants as an alternative copartner to metal mordants. **Journal os The Institution of Engineers Índia**, v. 101, pg. 19 – 31, 2020.

RATHER, L. J.; ISLAM, S.; SHABBIR, M.; BUKHARI, M. N.; SHAHID, M.; KHAN, M. A.; MOHAMMAD, F. Ecological dyeing of Woolen yarn with *Adhatoda vasica* natural dyein the presence of biomordants as an alternative copartner to metal mordants. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 4, pg. 3041 – 3049, 2016.

REMY, N.; SPEELMAN, E.; SWARTZ, S. Style that’s sustainable: A new fast-fashion formula. **Sustainability & Resource Productivity**, 2016.

RODRIGUES, L. V.; FABRI, H. P. Consumo e moda ética para um futuro sustentável. [S.l.: s.n.], 2016.

SAJEEDA, I.; TAIYABA, A. Natural dyes: their sources and ecofriendly use as textile materials. **Journal of Environmental Research and Development**, v. 8, n. 3, pg. 683 – 688, 2014.

SALEM, V. **Tingimento Têxtil – Fibras, conceitos e tecnologia**. [S.l.]: Edgard Blucher, 2010.

SAMANTA, A. K.; KONAR, A. Dyeing of textiles with natural dyes. **Natural Dyes**, pg. 29 – 56, 2011.

- SCHULTE, N. K.; LOPES, L. D. Sustentabilidade ambiental: um desafio para a moda. **Modapalavra e-periódico**, v. 1, n. 2, pg. 30 – 42, 2008.
- SHAHID, M. et. al. Recent advancements in natural dye applications: a review. **Elsevier Ltd**, pg. 310 – 331, 2013.
- SILVA, I. T. O resgate do uso de técnicas de tingimento natural em produtos de moda visando a minimização de impactos ambientais. **Trabalho de Conclusão de Curso**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2014.
- SILVA, M. G. Tingimento de seda e lã com corante natural eucalipto. **Dissertação de Mestrado em Engenharia Química**, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- SILVA, P. M. S. Corantes naturais das cascas das árvores *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e *Croton urucurana* Baill., nativas do Brasil: extração, tingimento, solidez de cor e caracterização do efluente. **Dissertação de Mestrado em Ciências**, Universidade de São Paulo, 2018.
- SINGH, S.; SINGH, D. R. Application of natural mordants on textile. **J. Appl. Home Sci**, v. 5, n. 1, pg. 252 – 260, 2018.
- SOUSA, M. Empresa tingem roupas com pétalas de cerejeira descartadas. **Ciclo vivo**, 2020. Disponível em: < <https://ciclovivo.com.br/inovacao/negocios/empresa-tinge-roupas-petalas-cerejeira/>> Acesso em: 05 abr. 2022.
- SOUZA, T. C. V.; RIBEIRO, R. A. C.; AYRES, E.; VIANA, F. C. A sustentabilidade na indústria da moda e o ressurgimento dos corantes naturais: desafios e possibilidades no século XXI. **Dobras**, n. 32, p. 66-87, 2021.
- THOMAS, K. Cultures of sustainability in the fashion industry. **Fashion Theory**, v. 24, pg. 715 – 742, 2019.
- VIANA, T. C.; ALMEIDA, M. G.; AYRES, E.; CANAAN, R. O design de moda como ferramenta na utilização de pigmentos naturais na indústria têxtil. **5º Simpósio de Design Sustentável**, pg. 401 – 410, Rio de Janeiro, 2015.
- WHITEMAN, V. Flávia Aranha. **FFW UOL**, 2019. Disponível em: <<https://ffw.uol.com.br/desfiles/sao-paulo/n47/flavia-aranha/1726454/>> Acesso em: 13 mar. 2022.
- YC CHANGE: TUDO SOBRE AS CAMISETAS DE TINGIMENTO NATURAL QUE ACABARAM DE CHEGAR! **Youcom**, 2021. Disponível em: <<https://blog.youcom.com.br/youcom-2/tudo-sobre-as-camisetas-de-tingimento-natural/>> Acesso em: 06 abr. 2022.



ZARKOGIANNI, M. et. al. Colour and fastness of natural dyes: revival of traditional dyeing techniques. **Coloration Technology**, v. 127, n. 1, pg. 18 – 27, 2011.



## ESTUDO ANATÔMICO E PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA DOS EXTRATOS VEGETAIS DAS SEMENTES DA ESPÉCIE *EUTERPE OLERACEA* MART

ANATOMICAL STUDY AND PHYTOCHEMICAL PROSPECT OF PLANT EXTRACTS OF SPECIES SEEDS *EUTERPE OLERACEA* MART

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-20

Thiago de Moraes Chaves<sup>1</sup>  
Márcia Cristine Santos Macedo<sup>2</sup>  
Thiago Yuri Freire Ferreira<sup>3</sup>  
Alamgir Khan<sup>4</sup>  
Raquel Maria Trindade Fernandes<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Graduando do curso de Química Licenciatura. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

<sup>2</sup> Graduanda do curso de Química Licenciatura. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

<sup>3</sup> Graduando do curso de Química Licenciatura. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

<sup>4</sup> Professor Adjunto do Departamento de Química. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

<sup>5</sup> Professora Adjunta do Departamento de Química. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

### RESUMO

O açai é um fruto nativo da região amazônica e seu nome científico é *Euterpe oleracea*. Atualmente não é cultivada apenas na Amazônia, pode encontrada também nos estados do Pará, Amapá, Maranhão e Acre, é uma planta que prefere terrenos alagados e áreas úmidas. Foi introduzido em outros mercados nacionais durante os anos oitenta e noventa, com diversas modificações no modo de consumo e finalidade. O estado do Pará é o maior produtor do fruto, seu plantio tem papel importante no desenvolvimento socioeconômica da região, além de servir de alimentação dos ribeirinhos possui um relevante grau de aproveitamento. (BERNAUD; FUNCHAL, 2011). A fitoquímica atua no estudo dos metabólitos secundários e a prospecção fitoquímica irá detectar a presença desses e, com isso, orientar as demais etapas do estudo dos vegetais para produção de medicamentos e fitoterápicos. A prospecção pode ser realizada por testes de reações químicas ou por métodos cromatográficos. Os primeiros possuem baixo custo e são mais simples, os segundos necessitam de equipamentos dispendiosos e treinamento adequado para utilização, porém, são mais eficazes no estudo e podem ser utilizados nas demais etapas da investigação fitoquímica. (SOARES, N., et al.).

**Palavras-chave:** *Euterpe oleracea*. Prospecção Fitoquímica. Produtos Naturais.

### ABSTRACT

Açai is a native fruit of the Amazon region and its scientific name is *Euterpe oleracea*. Currently it is not only cultivated in the Amazon, it can also be found in the states of Pará, Amapá, Maranhão and Acre, it is a plant that prefers flooded land and humid areas. It was introduced in other national markets during the eighties and nineties, with several modifications in terms of consumption and purpose. The state of Pará is the largest producer of the fruit, its planting plays an important role in the socioeconomic development of the region, in addition to serving as food for the riverside population, it has a relevant degree of use. (BERNAUD; FUNCHAL, 2011). Phytochemistry acts in the study of secondary metabolites and phytochemical prospecting will detect their presence and, with that, guide the other stages of the study of plants for the production of medicines and herbal medicines. Prospecting can be carried out by testing chemical processes or by chromatographic methods. The first ones are low cost and simpler, the second gains from expensive equipment and adequate training for use, however, they are more effective in the study and can be used in the other stages of phytochemical investigation. (SOARES, N., and others).

**Keywords:** *Euterpe oleracea*. Phytochemical prospecting. Natural products.



## 1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, as plantas são utilizadas pelo homem, não somente na agricultura como fonte de alimento, mas também com a finalidade medicinal. O conhecimento popular sobre os efeitos biológicos de espécies vegetais é passado de geração em geração desde o início das civilizações (PEREIRA & CARDOSO, 2012).

Os metabólitos secundários são compostos orgânicos produzidos pela célula vegetal como derivação do metabolismo primário. Não possuem função vital para a planta, mas garantem a sua sobrevivência, reprodução e dispersão por possuírem a capacidade de proteção contra raios UV, atração de polinizadores e dispersores de sementes, ação contra herbívoros, comunicação entre plantas, entre outras (OOTANI et al., 2013; WINK, 2013).

O açaí é uma fruta de baga, de crescente interesse científico e econômico. Apresenta-se como uma importante fonte de compostos bioativos e antioxidantes lipofílicos, sendo estes compostos relacionados diretamente a promoção da saúde, com prevenção de inúmeras doenças degenerativas e melhora das alterações metabólicas.

Os avanços nas últimas décadas têm transformado a diversidade biológica de mera fonte de matéria prima, em recurso informacional indispensável para o conhecimento científico e tecnológico desta área, em especial na fabricação de produtos ou processos elaborados a partir de espécies de plantas nativas da biodiversidade brasileira.

Considerando que as grandes empresas internacionais vêm incorporando ativos da biodiversidade amazônica como matéria prima para o lançamento de seus produtos (GUIMARÃES et al., 2017). Os estudos científicos tornaram seu consumo ainda mais popular e os tratamentos à base de plantas medicinais tornaram-se cada vez mais comum. E para que os constituintes químicos de um vegetal possa ser registrado, é necessário a realização de testes que vão comprovar a ausência ou presença de composto com atividades biológicas benéficas ou maléficas ao homem.

O objetivo principal do trabalho foi avaliar o perfil fitoquímico dos caroços de *Euterpe oleracea* Mart. Os resultados obtidos tiveram consequências esperadas e positivas, alcançando o real objetivo de toda pesquisa. Ao longo deste capítulo, será apresentada detalhadamente cada progresso das etapas até a conclusão final.

## 2. METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico foi realizado através de pesquisa dos procedimentos fitoquímicos proposto por MATOS (1998), com intuito de elaborar um quadro de informações referentes aos testes de identificação de metabólitos secundários, além do levantamento de trabalhos científicos que tiveram como resultados as classes de metabólitos secundários identificados na espécie vegetal *Euterpe oleracea* Mart.

### 2.1. MATERIAL VEGETAL

As amostras de *Euterpe oleracea* Mart foram coletadas no bairro Cruzeiro do anil, município de São Luís – MA no dia 16 de outubro de 2022. Após a coleta foi extraído a sua polpa, para assim separar o caroço (semente), o qual é a parte vegetal objetivo deste trabalho.

### 2.2. PREPARO DOS EXTRATOS

O processo utilizado foi extração a frio – MACERAÇÃO – a qual foi preparada com solução etanólica (70 %) numa proporção de 1:10 à temperatura ambiente por 10 dias, sob agitação constante. O extrato hidroalcoólico foi concentrado a um terço do volume inicial, em chapa aquecedora entre temperaturas de 70 a 80 °C para evaporação do álcool. Esse material foi submetido ao fracionamento por extração sequencial com solventes de polaridade crescente: ciclohexano, diclorometano e acetato de etila. As frações obtidas, inclusive a aquosa remanescente e o extrato bruto, foram avaliadas por meio da triagem fitoquímica. O rendimento dos extratos foi calculado pela expressão:

$$\text{Rendimento (\%)} = (\text{massa do extrato}/\text{massa do material vegetal}) \times 100.$$

### 2.3. PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA

A triagem fitoquímica foi realizada nos extratos da espécie *Euterpe oleracea* Mart. para a identificação dos metabólitos secundários das frações: bruta (FB), ciclohexânica (FH), diclorometânica (FD), acetato de etila (FAC) e aquosa (FAQ). Os testes realizados e seus respectivos procedimentos estão demonstrados na Tabela 1.



Tabela 1 – Testes de Triagem Fitoquímica (MATOS, 1998).

CLASSE DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS	REAGENTES	PROCEDIMENTO
Fenóis e Taninos	Solução Alcoólica de FeCl <sub>3</sub>	Adicionar 3 gotas de solução
Antocianina e Flavonas	Solução 0,1 mol. L <sup>-1</sup> de HCl Solução 0,1 mol.L <sup>-1</sup> de NaOH	Separar 3 tubos: tubo 1 acidificar à pH 3; tubo 2 alcalinizar à pH 8, tubo 3 alcalinizar à pH 11.
Flavonóis e Catequinas	-	Aquecer em bico de Bunsen os tubos de pH 3 e 11 do procedimento anterior por 2 minutos.
Flavonóis, Flavononas, Flavononois e Xantonas.	Mg em aparas e HCl Concentrado.	Adicionar uma alíquota de Mg metálico no tubo de ensaio juntamente com 0,5 mL de HCl
Esteroides e Triterpenos	Sulfato de Sódio Anidro Anidrido Acético Ácido Sulfúrico	Adicionar uma alíquota de Sulfato de Sódio Anidro e 3 gotas de Ácido Sulfúrico.
Saponinas	Água destilada	Redissolver em água o insolúvel em clorofórmio do processo anterior.
Alcaloides	Solução 0,1 mol. L <sup>-1</sup> de HCl, Solução 0,1 mol. L <sup>-1</sup> de NH <sub>3</sub> OH Reagente de Hager, Meyer e Dragendorff	Alcalinizar os extratos a pH 11 com solução de NH <sub>3</sub> OH, adicionar 2 mL de solução ácida: dividir em 3 partes iguais em tubos de ensaio; adicionar 3 gotas de cada reagente.
Cumarinas	Solução 1 mol.L <sup>-1</sup> de KOH luz UV	Em papel filtro não fluorescente manchar com uma gota do extrato e adicionar uma gota de solução KOH

Fonte: Autoria própria.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie *Euterpe oleracea* Mart. tem sido extremamente estudada a quase duas décadas objetivando conhecer o maior número de constituintes químicas presentes em seus frutos. Já foram descritos dezenas de compostos, principalmente metabólicos secundários (ALVES, 2018). A Tabela 2 apresenta alguns trabalhos da literatura que identificaram classes de metabólitos secundários em *Euterpe oleracea* Mart.

Tabela 2 – Classe de Metabólitos Secundários e suas Propriedades Farmacológicas presentes em extratos vegetais de *Euterpe oleracea* Mart.

METABÓLITOS SECUNDÁRIOS	PROPRIEDADE FARMACOLÓGICA	REFERÊNCIAS
Fenóis	Antibacteriana Fungicida	(MINIGHIN, 2019) (GOMES, 2019)
Taninos	Antioxidante	(MINIGHIN, 2019) (JOBIM, 2019)
Flavonóis	Anti-inflamatória Antioxidante Antineoplásica	(COUTO et al., 2020) (FIGUEIREDO, 2014)
Antocianinas	Imunomoduladora Anti-inflamatória Antioxidante Antioxidante	(ALVES, 2018) (DE MASSA CORPORAL E DISLIPIDEMIA., [s.d.] (ALVES, 2018)
Flavonoides	Anti-inflamatória Antineoplásica Anti-inflamatória	(DE MASSA CORPORAL E DISLIPIDEMIA., [s.d.]
Triterpenoides	Analgésico Antipirético.	(APARECIDA, c., 2011) (SILVA, AF da. 2021).
Saponinas	Antiglicêmico	(FREITAS, I. 2014)
Alcaloides	Antimicrobiana Antineoplásica	(FREITAS, I. 2014) (MALCHER, E.S.L.T 2011).

Fonte: Autoria própria.

O açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.), fruto nativo da região amazônica e explorado principalmente na região do Pará, ganhou importância nos últimos anos devido aos potenciais benefícios à saúde, associados à sua composição fitoquímica e capacidade antioxidante, relacionado ao seu alto teor de flavonóides. Dentre estes, as antocianinas são responsáveis pela capacidade antioxidante e anti-inflamatória deste fruto. Estudos experimentais revelam que devido a sua composição, o açaí apresenta atividade antioxidante relacionada à sua capacidade de reduzir as espécies reativas de oxigênio e seu potencial em inibir a ciclooxigenase 2. Outro benefício estudado é a análise da sua eficácia no processo anti-inflamatório, sendo observada inibição de mediadores derivados de ácido araquedônico, sugerindo que o fruto possa atuar no processo inflamatório crônico (FIGUEIREDO, 2014).

É possível observar que o fruto pode ter efeitos anti-inflamatórios mesmo em pacientes saudáveis. Assim, a suplementação de dietas com uso do açaí poderia atenuar processos inflamatórios e o estresse oxidativo, hoje com evidências mais consistentes derivadas principalmente de estudos in vitro. Contudo, há necessidade ainda de maiores estudos que comprovem a ação deste fruto nos mecanismos envolvidos nestes

processos, isolamento dos compostos específicos e a determinação de sua dosagem ótima (FIGUEIREDO, 2014).

De acordo com MINIGHIN (2019), os três maiores grupos de compostos fenólicos presente nos alimentos são os dos flavonóides, ácidos fenólicos e taninos. Uma das funções indiscutíveis dos polifenóis é o papel na proteção das plantas contra a invasão microbiana, o que não envolve somente a presença nas plantas, mas também seu acúmulo como fitoalexinas em resposta ao ataque microbiano, inibindo assim a germinação de esporos de patógenos vegetais, devido a esta função estes também podem ser propostos para uso contra patógenos fúngicos do homem. Contribuindo assim terapêuticamente para a saúde humana (GRAYER E HARBORNE, 1994 citado por HARBORNE e WILLIAMS, 2000; GOMES, 2019).

Recentemente foi descoberta a presença de antioxidantes na polpa do açaí, atribuindo a ele a característica de alimento funcional. Os radicais livres no organismo podem gerar processos de oxidação, altamente prejudicial que leva ao acometimento de doenças e envelhecimento. Antocianinas, proantocianidina e outros flavonóides, além de compostos fenólicos são componentes hidrossolúveis do açaí que inibem o processo de oxidação, prevenindo assim uma série de doenças incluindo cardiovasculares e neurológicas (PORTINHO et al., 2012) e (COUTO et al., 2020).

Atualmente o açaí vem recebendo destaque devido ao seu alto teor de flavonóides. Dentre estes, as antocianinas são responsáveis pela capacidade antioxidante e anti-inflamatória deste fruto. Estudos vêm sendo realizados com o intuito de avaliar se o consumo do açaí pode atenuar o estresse oxidativo e o processo inflamatório (FIGUEIREDO, 2014).

Na polpa liofilizada foram determinadas a composição centesimal e uma triagem fitoquímica para avaliação das principais classes de metabólitos secundários: flavonóides, cumarinas, taninos, antraquinonas, óleos essenciais, triterpenos/esteróides, saponinas e alcalóides (APARECIDA, c., 2011). Saponinas apresentam propriedades analgésicas e anti-inflamatórias e além destas, possuem consideráveis propriedades anticancerígenas. Plantas que contêm alcalóides têm sido utilizadas por humanos há séculos com fins terapêuticos. Os alcalóides são conhecidos por suas atividades antimaláricas, antimicrobianas e citotóxicas (FREITAS, 2014).



### 3.1. PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA

Os resultados encontrados na triagem fitoquímica do extrato do caroço da *Euterpe oleracea* Mart. através das análises qualitativas, permitiram identificar as principais classes de metabólitos secundários.

#### 3.1.1. FENÓIS E TANINOS

Os testes para fenóis e taninos, foram considerados POSITIVOS para as frações: bruta e aquosa. Os resultados foram confirmados a partir do aparecimento de coloração azul ou vermelho para a confirmação de fenóis e, a formação de precipitado azul ou verde para a identificação de taninos.

Os compostos fenólicos são estruturas químicas que apresentam hidroxilas e anéis aromáticos, nas formas simples ou de polímeros, que os confere o poder antioxidante. Esses compostos podem ser naturais ou sintéticos. Quando presentes em vegetais podem estar em formas livres ou complexadas a açúcares e proteínas. Dentre eles, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os antioxidantes fenólicos mais comuns de fonte natural (ANGELO & JORGE, 2007).

Os taninos vegetais têm sido quantificados por diversos tipos de ensaios, como precipitação de metais ou proteínas e por métodos colorimétricos, sendo esses últimos mais comuns. Os métodos mais apropriados para determinação de taninos são os ensaios com precipitação de proteínas (MONTEIRO et al., 2005).

#### 3.1.2. ANTOCIANINAS, ANTOCIANIDINAS E FLAVONOIDES

Para o teste de identificação de antocianinas, antocianidinas e flavonoides, foram observadas as intensificações da coloração vermelha para apenas a fração aquosa para os metabólitos secundários após serem alcalinizados até pH 11.

Quimicamente, os flavonóides e isoflavonóides são doadores de elétrons. Eles apresentam estruturas químicas conjugadas em anel  $\beta$ , ricas em grupos hidroxilas, que tem potenciais ações antioxidantes por reagirem e inativarem ânions superóxido, oxigênio singleto, radicais peróxido de lipídios e/ou estabilizando radicais livres envolvidos no processo oxidativo através da hidrogenação ou complexação com espécies oxidantes (BIRT; HENDRICH; WANG, 2001).

As antocianinas provavelmente são os mais conhecidos pigmentos naturais. São reconhecidos compostos funcionais capazes de agregar valor à qualidade alimentar de



vegetais e alimentos industrializados que podem conter esses pigmentos naturalmente ou adicionados na forma de corantes naturais. Torna-se evidente, portanto, a necessidade de avaliar novas fontes de antocianinas bem como técnicas para quantificá-las com o intuito de conhecer-se seu conteúdo e viabilizar seu emprego como aditivo bioativo.

### 3.1.3. LEUCOANTOCIANIDINAS, CATEQUINAS E FLAVONONAS

Para o teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavononas após o aquecimento das frações acidificadas a pH 3, se houver o aparecimento da coloração vermelha para as frações bruta e aquosa e pardo – amarelada para a fração de acetato de etila, confirmando a presença de catequinas e Leucoantocianidinas. E após aquecer as frações alcalinizadas a pH 11, deve ter o aparecimento da coloração vermelho laranja para as frações bruta e aquosa, confirmando a presença de flavononas.

### 3.1.4. FLAVONÓIS, FLAVONONAS, FLAVONONÓIS E XANTONAS

A presença de flavonóis, flavononas, flavononóis e xantonas foi confirmada para as frações bruta e aquosa, após a intensificação da coloração vermelha.

### 3.1.5. ESTERÓIDES E TRITERPENÓIDES

No teste a presença de esteróides e triterpenoides, foi confirmada que não houve aparecimento da coloração azul evanescente seguida pela coloração verde para as frações, indicando a presença de esteróides. As frações aquosa e bruta apresentaram intensificação para a coloração vermelha indicando a presença de triterpenóides.

Os esteroides, dentre seus vários benefícios à saúde humana destaca-se a diminuição dos níveis de colesterol no sangue e a diminuição do desenvolvimento de problemas cardiovasculares (CUNHA et al, 2016).

Já aos triterpenos são atribuídas atividades como: analgésica, antipirética, hepatoprotetora, anti-inflamatória (RODRIGUES, 2014; SILVA, DUARTE & VIEIRA, 2014).

### 3.1.6. SAPONINAS

Para a identificação de saponinas deu - se pela formação de espuma abundante, sendo positivo para o extrato bruto.

**Saponinas** são um grupo diverso de compostos biorgânicos presentes em toda a natureza. Elas apresentam também diversos nutrientes essenciais para a saúde do



organismo e que fazem parte da composição alimentos consumidos no dia a dia, como feijão. As saponinas ajudam a controlar a glicemia, ou seja, a controlar o nível de açúcar (glicose) no sangue, o que é benéfico para pessoas com diabetes, além disso, atua na proteção do metabolismo e do fígado, Além de controlar o sangue, trabalham para controlar o colesterol, especialmente o colesterol ruim (LDL). Portanto, ajudam a prevenir doenças cardiovasculares (Lopes, 2021).

### 3.1.7. ALCALÓIDES

Na identificação de alcaloides, somente nas frações aquosa e acetato de etila, apresentou precipitado floculoso ao adicionar o reagente de Meyer e Dragendorff. Já nos outros reagentes não apresentaram precipitados ao adicionar os reagentes de Hager.

Os alcaloides são compostos derivados das aminas. Nas plantas, os alcaloides servem para afastar insetos e animais, mas, na nossa sociedade, a principal aplicação dos alcaloides é em medicamentos (FOGAÇA, 2012).

### 3.1.8. CUMARINAS

Para o teste de cumarinas houve fluorescência azulada na fração hexânica, que identificou a presença de cumarinas.

O extrato Bruto e suas frações ciclohexânica, diclorometânica, acetato de etila e aquosa, apresentaram resultados positivos para fenóis e taninos, flavonóis, antocianinas, antocianidinas, flavonoides, triterpenoides, saponinas e alcaloides. Estes resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Prospecção fitoquímica dos extratos dos caroços de *Euterpe oleracea* Mart.

METABÓLITOS SECUNDÁRIOS	FRAÇÕES				
	BRUTO	HEXANO	DICLOROMETANO	ACETATO DE ETILA	AQUOSA
Fenóis e Taninos	+++	O	O	O	+++
Antocianinas e antocianidinas	O	O	O	O	+++
Chalconas Auronas	+++	O	O	O	+++
Leucoantocianidinas	+++	O	O	O	+++
Catequinas	O	O	O	+++	O
Saponinas	+++	-	-	-	-
Flavonóis					
Flavononas					
Flavononóis	+++	O	O	O	+++
Xantonas					



METABÓLITOS SECUNDÁRIOS	FRAÇÕES				
	BRUTO	HEXANO	DICLOROMETANO	ACETATO DE ETILA	AQUOSA
Esteroides	+++	O	O	O	+++
Triterpenos					
Alcalóides	O	O	O	+++	+++
Cumarinas	O	+++	O	O	O

(+++) Forte, (O) ausente, (N) não observado, (-) Não realizado.

Fonte: Autoria própria.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prospecção fitoquímica é um estudo preliminar que irá detectar a presença dos compostos de determinada planta e caracterizá-los. É uma área de atuação de químicos, farmacêuticos, biólogos e botânicos, e tem como objetivo a extração, isolamento, purificação e determinação da estrutura química dos constituintes presentes em extratos de plantas com atividade biológica.

A partir destes testes, pode ser comprovado o motivo da medicina tradicional tratar o colesterol alterado, prevenir o envelhecimento celular e doenças degenerativas, aumentar a imunidade, diminuir a pressão arterial e reduzir o risco de câncer.

O extrato bruto de *Euterpe oleracea* Mart. e suas frações ciclohexânica, diclorometânica, acetato de etila e aquosa, apresentaram resultados positivos para fenóis e taninos, flavonóis, antocianinas, antocianidinas, flavonoides, triterpenoides, saponinas e alcaloides.

#### REFERÊNCIAS

- ANGELO, P. M., & JORGE, N. (2007). Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 66(1), 1–9. Disponível em: <https://doi.org/10.53393/rial.2007.v66.32841>. Acessado em: 23/02/2023.
- BERNAUD, F. S. R.; FUNCHAL, C. Atividade antioxidante do açaí. **Nutrição Brasil**, v. 5, p. 310–316, 2011. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5564726-Atividade-antioxidante-do-acai.html>. Acessado em: 20/02/2023.
- BIRT, D. F.; HENDRICH, S.; WANG, W. Dietary agents in cancer prevention: flavonóides and isoflavonoids. **Pharmacology. Therapeutics.**, v. 90, p. 157-177, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0163-7258\(01\)00137-1](https://doi.org/10.1016/s0163-7258(01)00137-1). Acessado em: 25/02/2023.
- CUNHA, A. L., MOURA, K. S., BARBOSA, J. C., & dos SANTOS, A. F. (2016). Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**, 1(2), 175–



181. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v1i2.332>. Acessado em: 18/02/2023.

GUIMARÃES, L de C.; SILVA, H. C. G.; MELO, F. G. de; OLIVEIRA, H. de; BOTREL, M. O.; ESPÍNDOLA, F. S.; Estudo prospectivo de produtos e processos tecnológicos com o açaí (*Euterpe oleracea*). **Cadernos de Prospecção**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 215, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/17770>. Acessado em: 24/02/2023.

MATOS, F.J.A.; Introdução a fitoquímica experimental. [Introduction to experimental phytochemistry.] 3rd ed., **Edições UFC**, Fortaleza, 147 p. 2009. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-estadual-do-ceara/quimica-de-produtos-naturais/livro-introducao-a-fitoquimica-experimental-prof-matos-ufc/4389632>. Acessado em: 17/02/2023.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Ministério da saúde: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica, **c2012**. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br>. Acessado em: 24/02/2023.

MONTEIRO, J. M., ALBUQUERQUE, U. P. de, ARAÚJO, E. de L., & AMORIM, E. L. C. de. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química nova**, 28(5), 892–896. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-40422005000500029>. Acessado em: 10/02/2023.

OOTANI, M. A.; AGUIAR, R.W.; RAMOS, A. C. C.; BRITO, D. R.; SILVA, J. B.; CAJAZEIRA, J. P. Use of Essential Oils in Agriculture. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 4, n. 2, p. 162-174, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/296484575\\_Use\\_of\\_Essential\\_Oils\\_in\\_Agriculture](https://www.researchgate.net/publication/296484575_Use_of_Essential_Oils_in_Agriculture). Acessado em: 24/02/2023.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Vegetable secondary metabolites and antioxidants benefits. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21067179/>. Acessado em: 24/02/2023.

RODRIGUES, I. V.; Desenvolvimento e validação de um método bioanalítico para avaliação farmacocinética de uma mistura binária de triterpenos penta cíclicos e de seus metabólitos in vivo. Tese de Doutorado (Doutora em ciência toxicológica). **Universidade de São Paulo**, Ribeirão Preto. 2014. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60134/tde-30102014-145840/pt-br.php>. Acessado em: 09/02/2023.

SILVA, F. C.; DUARTE, L. P.; VIEIRA, S. A. f.; Celastráceas: fontes de triterpenos pentacíclicos com potencial atividade biológica. **Revista Virtual de Química**, vol 6, n. 5, 1205-1220, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/284388515\\_Celastraceae\\_Family\\_Source\\_of\\_Pentacyclic\\_Triterpenes\\_with\\_Potential\\_Biological\\_Activity](https://www.researchgate.net/publication/284388515_Celastraceae_Family_Source_of_Pentacyclic_Triterpenes_with_Potential_Biological_Activity). Acessado em: 19/02/2023.

SOARES, N.; SANTOS, P. .; VIEIRA, V.; PIMENTA, V. .; ARAÚJO, E. . técnicas de prospecção fitoquímica e sua importância para o estudo de biomoléculas derivadas de plantas. **Enciclopédia biosfera**, [S. l.], v. 13, n. 24, 2016. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1089>. Acessado em: 24 fev. 2023.

WINK, M. Evolution of secondary metabolites in legumes (Fabaceae). **South African Journal of Botany**, v. 89, p. 164–175, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629913002858?via%3Dihub>. Acessado em: 24/02/2023.



# CAPÍTULO XXI

## PANORAMA DA CACHAÇA PRODUZIDA NA REGIÃO DELTA DO MARANHÃO

### OVERVIEW OF CACHAÇA PRODUCED IN THE DELTA DO MARANHÃO REGION

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-21

José Matheus Santos Oliveira <sup>1</sup>  
Francisco Albuquerque Bastos <sup>2</sup>  
Ana Cristina Silva da Natividade <sup>3</sup>  
Nayara Pereira Lima <sup>4</sup>  
Leidiana de Sousa Lima <sup>5</sup>  
Dannyele Fernanda Sousa Oliveira <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas - UFPel

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal do Maranhão - IFMA

<sup>3</sup> Mestrando em Engenharia e Ciência de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande - FURG

<sup>4</sup> Doutoranda em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná - UFPR

<sup>5</sup> Técnica do Laboratório de tecnologia de Bebidas e Processos Químicos e Bioquímicos. Instituto Federal do Maranhão - IFMA

<sup>6</sup> Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade de Passo Fundo – UPF

#### RESUMO

O Maranhão é um dos estados brasileiros com potencial para a produção de cachaça, a sua participação vem crescendo no mercado com o desenvolvimento de produtos como aguardentes, despertando a atenção do comércio “(Inter)nacional”. A região dos Sertões Maranhenses destaca-se no cenário nacional e engloba aproximadamente 216 engenhos, que produzem 12 mil litros/cada. No entanto, estudos do SEBRAE (2019), apontam que a demanda de consumo dos municípios é estimada em 15,5 milhões de doses/ano. Outro polo importante do cenário da cachaça no estado é a região do delta maranhense, porém possui pouca visibilidade quando comparada com a região dos sertões. A principal justificativa é a falta de certificação dos pequenos produtores, uma realidade preocupante em todo o estado, uma vez que, a grande inconformidade impede o avanço da produção de cachaça e aguardente maranhense. Ressalta-se que a junção dos pequenos produtores é responsável por praticamente toda a cadeia produtiva de cachaça no Maranhão. Em vista disso, a falta de controle de qualidade e do perfil

das aguardentes fabricadas no Estado é uma das causas do impedimento à exportação do produto, além de ocasionar riscos à saúde pública. Dessa forma, considerando o potencial do Maranhão na produção de cachaça, este estudo visa retratar o cenário atual do produto na região do Delta do Maranhão, buscando avaliar a qualidade dessas bebidas produzidas e comercializadas no Estado.

**Palavras-chave:** Alambique. Qualidade. Aguardente de cana. Bebidas.

#### ABSTRACT

Maranhão is one of the Brazilian states with potential to produce cachaça, its participation has been growing in the market with the development of products such as brandies, attracting the attention of the “(Inter)national” trade. The Sertões Maranhenses region stands out on the national scene and includes approximately 216 mills, which transport 12,000 liters/each. However, studies by SEBRAE (2019) point out that the consumption demand of municipalities is estimated at 15.5 million doses/year. Another important pole of the



cachaça scenario in the state is the Maranhão delta region, but it has little visibility when it conquered the sertões region. The main justification is the lack of certification of small producers, a worrying reality throughout the state, since the great non-compliance prevents the advancement of the production of cachaça and brandy from Maranhão. It should be noted that the indifference of small producers is responsible for practically the entire production chain of cachaça in Maranhão. In view of this, the lack of quality control and the profile of

brandies manufactured in the State is one of the causes of impediment to the export of the product, in addition to causing risks to public health. Thus, considering the potential of Maranhão in the production of cachaça, this study aims to portray the current scenario of the product in the Delta region of Maranhão, seeking to evaluate the quality of these beverages produced and sold in the State.

**Keywords:** Still. Quality. Cane brandy. Drinks.

## 1. INTRODUÇÃO

No Maranhão, a produção da cachaça mantém-se firme nos aspectos culturais, seguindo a tradição ancestral da produção artesanal dessa aguardente. O conhecimento sobre a produção da bebida é passado de geração para geração, dos produtores para seus familiares. O estado do Maranhão não é reconhecido por ter uma grande fabricação de aguardente de cana, também não há exportação significativa desse produto para outros locais, o que justifica a falta de incentivos para esse tipo de comércio. Embora seja uma bebida cercada por tradições, a falta de infraestrutura e de investimento nesse setor inibe o desenvolvimento da sua produção, além de desvalorizar os pequenos produtores da região (MARTINS, 2015).

A aguardente de cana ou a cachaça é uma bebida muito apreciada por possuir aroma e sabor característicos, a sua qualidade está relacionada à suas propriedades sensoriais, que está diretamente ligada a necessidade de controle de processos e de medidas higiênico-sanitárias em todas as etapas de produção (MIRANDA, 2005). Em vista disso, a Instrução Normativa nº 13 de 29/06/2005 fixa os requisitos de qualidade e a composição química para as aguardentes produzidas no Brasil (MAPA, 2019). A legislação estabelece padrões e limites com a finalidade de indicar a influência de cada um dos componentes presentes na aguardente, visando a proteção à saúde humana e o padrão de qualidade da bebida (SERRÃO, 2014).

Para se obter uma cachaça de boa qualidade envolve vários aspectos que podem variar desde o alambique, tipos de equipamentos e instalações, os processos de moagem, de fermentação, de destilação e envelhecimento, variedade de cana a ser plantada, incluindo também as técnicas de cultivo e colheita (OLIVEIRA, 2016). De acordo com a Instrução normativa nº 13 de 29 de junho de 2005, “Cachaça é a

denominação típica e exclusiva da Aguardente de Cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de 38 % vol (trinta e oito por cento em volume) a 48% vol (quarenta e oito por cento em volume) a 20º C (vinte graus *Celsius*), obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares até 6g/l (seis gramas por litro), expressos em sacarose” (MAPA, 2019).

A cachaça de qualidade, isto é, aquela que apresenta composição química adequada e aspectos sensoriais superiores, vem conquistando espaço no mercado, principalmente entre a população de maior poder aquisitivo, pois trata-se de um grupo de pessoas que procura uma bebida destilada diferenciada (SCHMIDT, LUCAS *et al.*, 2010). Apesar da tradição e importância desta bebida, a cadeia produtiva da cachaça no país não é tecnologicamente homogênea, havendo uma busca no desenvolvimento de tecnologias para otimizar e controlar a qualidade e a padronização do produto.

Tendo em vista a escassez de pesquisas científicas direcionadas à qualidade da cachaça produzidas no estado do Maranhão, o presente trabalho tem como objetivo retratar o cenário atual da cachaça e avaliar as propriedades desse alimento fabricado e comercializado na região do Delta do Maranhão.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ESTADO DO MARANHÃO NO CENÁRIO NACIONAL DA PRODUÇÃO DA CACHAÇA

A cachaça é um alimento brasileiro que possui uma produção de dois bilhões de litros, atualmente é a segunda bebida alcoólica mais consumida no país e a primeira mais consumida entre as bebidas destiladas nacionais. De acordo com o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana, Caninha ou Cachaça (PBDAC), a produção de cachaça é aproximadamente de 1,3 bilhão de litros por ano, no país. Segundo o censo do IBGE de 2016, são 11.024 estabelecimentos produtores de cachaça no país, porém existem estimativas somadas de associações regionais que alcançam cerca de 15 mil estabelecimentos.

O Maranhão, estado brasileiro, produz anualmente em média 5 milhões de litros de cachaça, sendo que metade da produção é oriunda da região do Sertão. Sucupira do Riachão é um dos municípios que se sobressaem na produção da bebida (SAGRIMA, 2018). De acordo com O IMPARCIAL (2019), o Maranhão se destaca na fabricação de

aguardentes, ganhando valor no cenário do agronegócio maranhense e despertando a atenção do mercado nacional e internacional.

Segundo os relatos de Francisco Rocha, Presidente do Sindibebidas-MA, a cadeia produtiva da cachaça maranhense tem como objetivo o “adensamento”, regularização de produtores e estratégias para o fortalecimento do mercado de bebidas destiladas feitas à base de mandioca ou de cana de açúcar. A ampla inconformidade impede o avanço da produção de cachaça e aguardente maranhense, além da informalidade dos pequenos produtos, que juntos somam quase toda produção da cadeia produtiva de cachaça do Maranhão (SAGRIMA, 2019). Ressalta-se que atualmente os municípios que mais produzem cachaça no Maranhão são os da região do Sertão.

## 2.2. SERTÃO MARANHENSE

De acordo com o Estudo de Mercado da Cachaça do Sertão Maranhense, que faz parte das ações do Projeto Alambiques do Sertão Maranhense, desenvolvido em 2007, pelo SEBRAE-MA, o estado possui cerca de 450 alambiques (SAGRIMA, 2019). Segundo o Mapa da CACHAÇA (2019), a região dos Sertões Maranhenses é um dos locais que se destacam no cenário nacional e abrigam em torno de 216 engenhos, que produzem 12 mil litros/cada.

No entanto, estudos do SEBRAE (2019), apontam que a demanda de consumo dos municípios é estimada em 15,5 milhões de doses/ano. Apesar do otimismo dos números, o índice de informalidade no mercado da cachaça Maranhense é preocupante.

Conforme em estudos recentes, cerca de 98% dos alambiques atuam na informalidade (SAGRIMA, 2019). São poucos os produtores e donos de alambique formalizados no estado do Maranhão, isso dificulta a fiscalização dessas aguardentes, além contribuir para os riscos à saúde pública, burlando a fiscalização e exercendo uma competição predatória em relação aos produtores que buscam uma certificação (FERNANDES, 2020).

Cabe às associações setoriais e a iniciativa das associações de produtores, ao poder público identificar e apoiar aqueles que desejam se enquadrar, promovendo mudanças e capacitações desses produtores, visando simplificar o processo.



### 2.3. REGIÃO DO DELTA DO MARANHÃO

A produção da cachaça apresenta-se como uma alternativa promissora e significativa, é distribuída em toda a região do Delta Maranhense, além de alcançar outras regiões do estado. A bebida é consumida de forma natural, sem uma análise prévia de qualidade ou certificação para garantir a segurança do consumidor.

Em vista disso, a falta de controle de qualidade e do perfil das aguardentes fabricadas no Maranhão é uma das razões para o impedimento de exportações do produto, por se tratar de um alimento, há uma necessidade de garantia higiênico-sanitária com o intuito de inibir os riscos à saúde pública. A produção é considerada mediana nos locais que são responsáveis por produzir aguardentes no Delta do Maranhão, isso pode ser justificado levando em conta o obstáculo ao crescimento, valorização dos produtores e a falta de certificação que assegura a qualidade das bebidas fabricadas (BASTO; ROCHA; OLIVEIRA 2019).

A urgência de implementar estudos que buscam auxiliar na valorização e apoio técnico aos produtores de aguardentes tem a finalidade de obter um perfil preliminar das bebidas, permitindo uma produção baseada nos padrões de qualidade exigidos pelos órgãos regulamentadoras. Esta necessidade está relacionada com a eliminação de componentes indesejáveis e prejudiciais à saúde do consumidor e com a contribuição para uma melhor aceitação de mercado.

Os padrões de identidade e qualidade da aguardente devem estar de acordo a Instrução Normativa nº 13 de 30 de junho de 2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabelece a composição química, os requisitos de qualidade e a concentração máxima dos ingredientes no produto (BRASIL, 2005).

Esses padrões e seus respectivos limites têm a finalidade de moderar a influência de cada um dos elementos na qualidade da bebida, não significando, portanto, que a cachaça que ali se enquadra possa ser considerada um produto de qualidade sensorial superior (SOUZA, 2009).

### 2.4. POTENCIAL DA REGIÃO DO DELTA DO MARANHÃO NO CENÁRIO ESTADUAL DE PRODUÇÃO DE CACHAÇA

A região do Delta Maranhense tem um grande potencial para a produção da cachaça artesanal, tornando-se uma atividade econômica importante para o local onde



são produzidas e comercializadas de forma informal. No Maranhão, grande parte do setor ainda é caracterizado pela desorganização e desinformação da maioria dos produtores que não possuem o conhecimento técnico. Dessa forma, a Federação das Indústrias (FIEMA), que é uma das maiores apoiadoras, propõe um plano de integração dos Agentes e Instituições parceiras no Estado, buscando contribuir na resolução dos entraves que existem nesse setor produtivo das aguardentes e impulsionar uma mudança e evolução no setor da cachaça no Maranhão.

A produção de cachaça na região do Delta do Maranhão é feita de forma artesanal, com o uso de alambiques confeccionados de cobre, que visa preservar a qualidade sensorial do produto e, por isso, a cachaça de alambique é considerada um produto de maior qualidade pelos apreciadores da bebida, quando comparada com a cachaça industrial (ALCARD, SOUZAR *et al.*, 2010).

Outra aguardente brasileira que merece destaque é a tradicional tiquira, produzida na região do Delta Maranhense ainda de forma bastante rudimentar, o estado do Maranhão é o único Estado brasileiro produtor de tiquira, onde existem diversos municípios que a produzem, sendo ela bastante apreciada localmente (MAPA, 2019). A composição química da cachaça e a tiquira devem ser estudadas de forma sistemática. Pela baixa competitividade que estas aguardentes apresentam, propõe-se a modernização deste padrão, aplicando técnicas adequadas, contudo, de forma simples e sem prejuízo das características das bebidas e oferecendo novas tecnologias aos pequenos produtores.

## 2.5. COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os requisitos de qualidade para a aguardente de cana e cachaça no Brasil são fixados pela Instrução Normativa nº 13 de 29/06/2005. Cujos coeficientes de congêneres, ou seja, a somatória dos componentes voláteis não poderá ser inferior a 200 mg por 100 ml e não superior a 650 mg por 100 ml de álcool anidro (MAPA, 2005).

De acordo com MIRANDA (2005), na cadeia produtiva da cachaça existem contaminantes residuais orgânicos e inorgânicos. O cobre é um elemento inorgânico que mais se destaca, sendo a contaminação por íons de cobre considerada um entrave à exportação da bebida destiladas. Os limites máximos de cobre permitido pela legislação brasileira em bebidas destiladas são de 5,0 mg/L<sup>-1</sup>, entretanto, a legislação



de outros países não tolera mais que 2,0 mg/L<sup>-1</sup> de cobre nos destilados alcoólicos, embora nesta concentração o cobre não cause nenhum problema à saúde do consumidor (BORGES, 2011). Vários requisitos são especificados para aguardente e cachaça, entre eles o teor alcoólico, acidez volátil, quantidade de extrato seco, açúcares entre outros parâmetros que devem seguir a legislação e atender os padrões de qualidade.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados demonstram uma realidade preocupante na produção de cachaça no estado do Maranhão. A falta de investimento, infraestrutura nos engenhos e apoio técnico aos pequenos produtores rurais são fatores que inibem a ampliação da cadeia produtiva da bebida na região. Marcada por cultura e tradições, a fabricação artesanal de aguardentes no Delta do Maranhão encontra-se desvalorizada, apesar de ser a única região com possibilidade de produção desta bebida alcoólica. De modo informal e sem certificação, a fabricação de cachaça na região pode ocasionar riscos à saúde da população, o que dificulta a exportação, impossibilitando avanços econômicos. Sendo assim, há um interesse no desenvolvimento de pesquisas, projetos e políticas públicas que busquem solucionar os obstáculos encontrados durante o processo de preparação artesanal da cachaça na região do Maranhão.

### REFERÊNCIAS

- ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A. D. BELLUCO, A. E. D. S. Aspectos da composição química aceitação sensorial da aguardente de cana-de-açúcar envelhecida em tonéis de diferentes madeiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. suppl 1, p. 226-232, 2010.
- BASTOS, A.F; ROCHA, L, M, N; OLIVEIRA, J, M, S. **Transferência de Tecnologia: aperfeiçoamento no processo de fabricação de cachaça e tiquira enquanto estratégia de desenvolvimento da região do delta do Parnaíba-maranhão**, Ciências e tecnologia de alimentos, Instituto Federal do maranhão- campus Maracanã 2019.
- BORBA, Stefania Brasil; DIAS, Daiane; CARAPELLI, Rodolfo PEIXOTO, Carlos R. M. DETERMINAÇÃO DE TEOR ALCOÓLICO, ACIDEZ E COBRE EM CACHAÇAS PRODUZIDAS EM SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA. Evento: **Seminário de Extensão**. Área do conhecimento: Tecnologia das Bebidas Rio Grande/RS, Brasil, 14 a 17 de outubro de 2014.



- BRASIL. Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Disponível em:<<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 22 de mar. 2019.
- BRASIL. Instrução Normativa no 24, de 08 de setembro de 2005 b. **Publicado no Diário Oficial da União, 20 de setembro de 2005**, Seção 1, Página 11. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 22 de mar. 2011.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **A cachaça no Brasil: dados de registro de cachaças e aguardentes / Secretaria de Defesa Agropecuária**. – Brasília: MAPA/AECE, 2019.
- FERNANDES, D. Informalidade na cachaça é 90% , revelam dados do MAPA e IBGE. **Devotos da cachaça, 2020**. Disponível em > <https://xn--devotosdacachaa-rmb.com.br/2020/07/22/informalidade-na-cachaca-e-de-90-revelam-dados-do-mapa-e-do-ibge/> . Acessado em: 28 de outubro de 2020.
- MAPA DA CACHAÇA. **Tiquira, a aguardente de mandioca do Maranhão 09 de 12 de 2019**. Disponíveis em:><https://www.mapadacachaca.com.br/artigos/tiquira-a-aguardente-de-mandioca-do-Maranhão>. Acesso em 20 de setembro de 2020.
- MAPA DA CACHAÇA. **Tiquira, a aguardente de mandioca do Maranhão 09 de 12 de 2019**. Disponíveis em:><https://www.mapadacachaca.com.br/artigos/tiquira-a-aguardente-de-mandioca-do-maranhão>. Acesso em 20 de setembro de 2020.
- MARTINS, S. Qualidade, mercado e certificação da bebida estão entre os temas em debate no I **Seminário Estadual da Cachaça Maranhense de Alambique, em Santo Antônio dos Lopes**. Publicado em 17 de março de 2017. Disponível em: <https://oimparcial.com.br/negocios/2019/03/producao-de-cachaca-maranhense-em-debate>. Acesso em 20 de setembro de 2020.
- MIRANDA, Mariana Branco de. **Avaliação físico-química de cachaças comerciais e estudo da influência da irradiação sobre a qualidade da bebida em tonéis de carvalho mariana branco de Miranda**, TCC, ciências e tecnologia de alimentos - "Luiz de Queiroz " Universidade de São Paulo ,2005.
- MIRANDA, Mariana Branco de. **Avaliação físico-química de cachaças comerciais e estudo da influência da irradiação sobre a qualidade da bebida em tonéis de carvalho mariana branco de Miranda**, TCC, ciências e tecnologia de alimentos - "Luiz de Queiroz " Universidade de São Paulo ,2005.
- OLIVEIRA, Marciel de Campo. **Avaliação da qualidade Físico-Química e sensorial da cachaça orgânica envelhecida, 2016**. Tese (produção vegetal) ciência agrárias e veterinária - UNESP, Campus jaboticabal, São Paulo 2016.
- SAGRIMA- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E PESCA DO MARANHÃO. CASTRO, V. publicado por : **portal de transparência e auditoria** .



2019. Disponível em: <[http:// www.sagrima.ma.gov.br](http://www.sagrima.ma.gov.br) maranhão.> Acesso em 22 de março de 2020.

SCHMIDT, Lucas *et al.* Características físico-químicas de aguardentes produzidas artesanalmente na região do vale do taquari no rio grande do sul  
Physicochemical properties of spirits produced artisanally in the Region of Vale do Taquari in Rio Grande do Sul. **Alimentos e Nutrição** Araraquara, v. 20, n. 4, p. 539-552, 2010.

SERRÃO, Keyla Freitas. **Determinação do teor alcoólico de cachaças por meio de imagens digitais**, Dissertação (ciências e tecnologia para recursos amazônicos), Universidade Federal do Amazonas, 2014.

SOUZA, Leandro, Marelli de *et al.*, Organic compounds contents in cachaças produced in the northern Rio de Janeiro State - RJ - **QUÍMICA NOVA**. 2009



# CAPÍTULO XXII

## CONHECIMENTO SOBRE AS ESPÉCIES *JATROPHA MOLLISSIMA* E *CNIDOSCOLUS QUERCIFOLIUS* PELOS DOS MORADORES DO ASSENTAMENTO MONTE MORIÁ, TAUÁ-CE

KNOWLEDGE ABOUT THE SPECIES *JATROPHA MOLLISSIMA* AND *CNIDOSCOLUS QUERCIFOLIUS* BY THE RESIDENTS OF THE MONTE MORIÁ SETTLEMENT, TAUÁ-CE

DOI: 10.51859/AMPLA.CAM3132-22

Jessica Rodrigues Costa <sup>1</sup>  
Selma Freire de Brito <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Ciências Biológicas. Centro de Educação Ciência e Tecnologia da Região dos Inhamuns da Universidade Estadual do Ceará- UECE

<sup>2</sup> Doutora em Ecologia e Recursos Naturais. Professora temporária no Centro de Educação Ciência e Tecnologia da Região dos Inhamuns da Universidade Estadual do Ceará- UECE.

### RESUMO

A Caatinga é uma formação vegetal que ocupa quase todo o Nordeste do Brasil, caracterizada pela elevada diversidade de espécies endêmicas e biodiversidade vegetal. Uma maneira de valorizar os recursos vegetais de uma região e auxiliar na sua conservação é através do estudo da relação das pessoas com as plantas locais. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento sobre o conhecimento das espécies Euphorbiaceae, *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (favela) e *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill (pinhão bravo) pela população do assentamento Monte Moriá no distrito de Barra Nova, Tauá- CE. A pesquisa realizada classifica-se como qualitativo-quantitativo, feita através de um levantamento, com o uso de entrevistas semiestruturadas. Participou da pesquisa pessoas de diferentes idades, sendo a maioria do sexo masculino. A profissão mais citada foi a de agricultor e afirmaram que sempre utilizaram as plantas pesquisadas. Os entrevistados observaram que as duas espécies apresentaram redução de sua ocorrência nos últimos anos no assentamento. As espécies, *J. mollissima* é utilizada pela grande maioria através da seiva (látex) e *C. quercifolius* através do de suas sementes. Sobre a finalidade de uso, *J.*

*mollissima* é usada para dores de cabeça e inflamações. Enquanto, a espécie *C. quercifolius* apresenta uma maior variedade, além de medicinal é usada como alimento e forragem. Portanto, *J. mollissima* e *C. quercifolius*, são bastante utilizadas no assentamento Monte Moriá, com finalidades medicinal e até alimentícia, é importante planejar ações de conservação destas espécies.

**Palavras-Chave:** Caatinga. Favela. Pinhão Bravo. Entoconhecimento.

### ABSTRACT

The Caatinga is a plant formation that occupies almost the entire Northeast of Brazil, characterized by the high diversity of endemic species and plant biodiversity. One way of valuing the plant resources of a region and assisting in their conservation is through the study of the relationship between people and local plants. Thus, the objective of this study was to carry out a survey on the knowledge of the species Euphorbiaceae, *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (favela) and *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill (pine nut) by the population of the Monte Moriá settlement in the district of Barra Nova, Tauá-CE. The research carried out is classified as



qualitative-quantitative, carried out through a survey, with the use of semi-structured interviews. People of different ages participated in the research, the majority being male. The most cited profession was that of agriculturist and they stated that they always used the researched plants. The interviewees observed that the two species showed a reduction in their occurrence in recent years in the settlement. The species, *J. mollissima* is used by the vast majority through the sap (latex) and *C. quercifolius* through its seeds. About the

purpose of use, *J. mollissima* is used for headaches and inflammation. While the species *C. quercifolius* has a greater variety, in addition to being medicinal it is used as food and fodder. Therefore, *J. mollissima* and *C. quercifolius*, are widely used in the Monte Moriá settlement, with medicinal and even food purposes, it is important to plan conservation actions for these species.

**Keywords:** Caatinga. Favela. Pinhão Bravo. Entoknowledge.

## 1. INTRODUÇÃO

O homem uma vez em contato com a natureza e preocupado com a sua sobrevivência, é capaz de interagir e compreender os fenômenos naturais conhecendo o meio biológico que o integra e suas possibilidades, este movimento é chamado de etnoconhecimento (ROCHA; NEIFFA; LEANDRO, 2014). O estudo do conhecimento que as pessoas adquirem com o convívio com as plantas é chamado de etnobotânica. Este conhecimento é adquirido de forma empírica e não organizada, sendo repassado e aprimorado a cada geração (ROCHA; NEIFFA; LEANDRO, 2014).

A utilização das plantas medicinais, surge como uma das principais discussões na área da etnobotânica, isto porque, as pessoas utilizam constantemente plantas medicinais no seu dia a dia (COSTA, 2021). Contudo, as pesquisas em etnobotânica não se restringem a registrar o uso medicinal das plantas, um estudo de Barros, Nascimento & Medeiros (2016), realizado em uma comunidade do Nordeste brasileiro sobre a Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), foi verificado que além do uso terapêutico a espécie é utilizada como madeira. Portanto, a etnobotânica pode auxiliar no conhecimento acerca das espécies e também na sua preservação.

A Caatinga que ocorre principalmente no Nordeste brasileiro é constituído predominantemente por árvores baixas e arbustos ramificados, com presença de espinhos ou acúleos, folhas pequenas e plantas suculentas como predominância de cactos. Além disso, é um dos biomas com grande biodiversidade endêmica e intensa degradação antrópica (FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

Uma das famílias botânicas mais representativas e importantes é a Euphorbiaceae (RODRIGUES, 2007). Nas regiões nativas da Caatinga as espécies

*Cnidocolus quercifolius* Pohl (favela) e *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill (pinhão bravo), ambas pertencentes a família Euphorbiaceae, possuem uma ampla variação de aplicabilidade, entre elas vale destacar o uso terapêutico, forrageira, alimentícia humana, dentre outros (WEBSTER, 1994; GOMES, 2019).

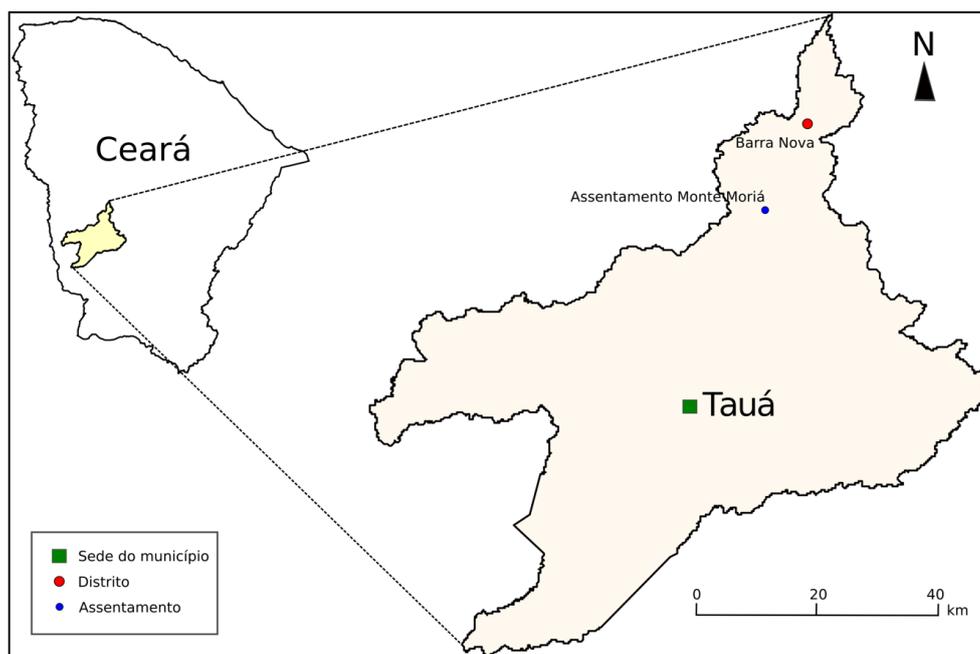
Considerando a importância e necessidade de se conhecer, preservar e valorizar o conhecimento etnobotânico, esta pesquisa buscou responder a seguinte pergunta: Qual o conhecimento etnobotânico das espécies *C. quercifolius* e *J. mollissima* pertencentes à família Euphorbiaceae prevalece no assentamento Monte Moriá, no distrito de Barra Nova, Tauá, Ceará? Assim, o objetivo deste estudo foi realizar um levantamento sobre o conhecimento das espécies Euphorbiaceae, *Cnidocolus quercifolius* e *Jatropha mollissima* pela população do assentamento Monte Moriá no distrito de Barra Nova, Tauá- CE.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em um Assentamento denominado Monte Moriá, uma zona rural distante 62 km da sede do município de Tauá, Ceará, que pertencente a região dos Inhamuns (Latitude: 05º 65' 86" Sul; Longitude: 40º 12' 20" Oeste) (Figura 3). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2021), o município tem uma estimativa de 59.062 habitantes e um PIB per capita de 10.253,80 R\$, sua densidade demográfica é de 13,87 hab./km<sup>2</sup> (Latitude: 06º 00' 11" Sul; Longitude: 40º 17' 34" Oeste).

Figura 1 - Localização georreferenciada do Assentamento Monte Moriá, Tauá-Ceará



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O assentamento Monte Moriá, pertence ao distrito de Barra Nova, é caracterizado pela sua vegetação rala e terrenos ondulados e pedregosos. O município está inserido no bioma caatinga, e a base da economia gira em torno da agricultura familiar com as culturas de feijão, milho e criação de animais (pecuária) como bovinos, ovinos e caprinos (PREFEITURA MUNICIPAL DE TAUÁ, 2021).

No Assentamento Monte Moriá<sup>1</sup> existem 23 famílias residentes entre donos e agregados. A localidade foi estabelecida em 1998, inicialmente com 15 famílias, através de uma associação criada pelos próprios moradores da comunidade, a Associação Comunitária dos pequenos Produtores de Passagem, Escondido e Lagoa - ASCOPEL, surgida em 1988 com fins de executar atividades, projetos, e programas de ação social. Sua economia é baseada na agricultura familiar.

## 2.2. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa mista, (qualitativa e quantitativa), onde foi realizado um levantamento através de entrevista com os moradores da comunidade pesquisada, sobre os conhecimentos etnobotânico das espécies *C. quercifolius* (favela) e *J. mollissima* (pinhão bravo), apresentando frequência de uso, descrição de formas de uso e efeitos.

<sup>1</sup> Nome advindo da bíblia Monte Sinai

Segundo Batista et al. (2017, p.24):

A entrevista como coleta de dados sobre um determinado fenômeno é a técnica mais utilizada no processo de trabalho de campo. Por meio dela os pesquisadores buscam coletar dados objetivos e subjetivos. Considera-se a entrevista como uma modalidade de interação entre duas ou mais pessoas.

### 2.3. ESPÉCIES ESTUDADAS

*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill pertencente à família Euphorbiaceae, sendo conhecida popularmente como pinhão bravo e é endêmica do bioma caatinga, sendo caracterizada pelo porte arbustivo, e pela perda de folhas em determinadas estações do ano (SOUZA; CAVALCANTE, 2019). A espécie possui folhas alternas (Figura 2A), inflorescência unissexuada (Figura 2B) e pigmentação vermelha (VASCONCELOS et al., 2014). O látex na sua forma *in natura* é a seiva da planta popularmente chamada de leite (Figura 2C).

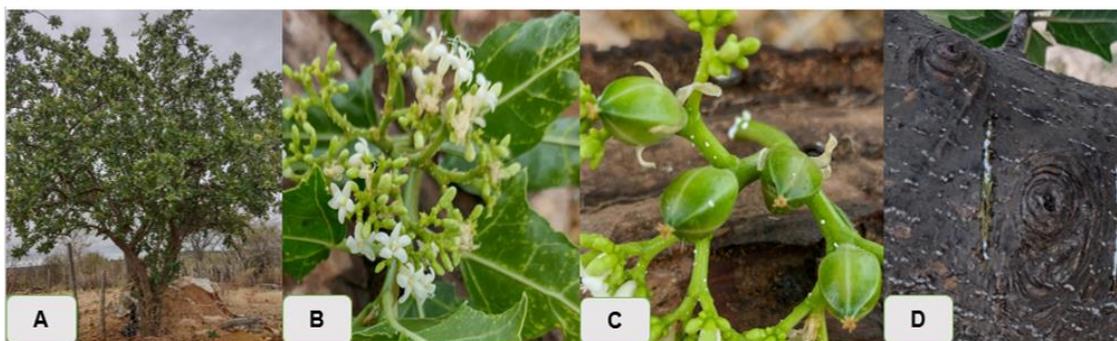
Figura 2 - Imagens da espécie *Jatropha mollissima* com folhas (A), fruto e flor (B) e látex (C)



Fonte: Produzida pela autora.

*Cnidocolus quercifolius* Pohl (Figura 3A) é conhecida popularmente como favela ou favela, uma espécie pioneira que atinge até cinco metros de altura (DUQUE,2004). Destaca-se pelos seus múltiplos usos, como alimentação animal, humano e medicinal de uso terapêutico, além de ambiental como recuperação de áreas degradadas (WEBSTER, 1994). Possui folhas simples e alternas (Figura 2B), suas flores estaminadas distais (Figura 2B) e o fruto (Figura 2C) é uma cápsula.

Figura 3 - Imagens da espécie *Cnidocolus quercifolius* (A), flor e folhas (B), Fruto (C) e Latex (D)



Fonte: Produzida pela autora.

## 2.4. COLETA DE DADOS

A determinação do tamanho da amostra foi realizada conforme as orientações de Begossi et al. (2009), segundo os mesmos devem ser entrevistados entre 25% e 50% da população em comunidades com até 100 famílias. No assentamento Monte Morião o trabalho foi com 91% das famílias, sendo 1 pessoa de cada família.

No assentamento, foram coletadas fotos de amostras das duas espécies, que foram utilizadas para a identificação correta das mesmas. Durante a coleta por registros fotográficos, foram feitas anotações sobre características das espécies (SANTOS et al., 2010).

Participou da pesquisa membros da comunidade acima de 18 anos e que estavam dispostos a participar da pesquisa. A coleta dos dados foi realizada através de um questionário semi-estruturado, contando com perguntas abertas e fechadas. Dessa forma, foi preparado perguntas, a fim de compreender a importância de quatro aspectos referentes aos moradores do assentamento em estudo: Identificar um perfil socioeconômico das pessoas que conhecem e usam as espécies em questão (idade, escolaridade, e outros); a forma de utilização destas espécies pela população rural (medicinal, forrageiro entre outros), identificar quais principais partes das plantas são utilizadas pelos moradores, e por fim qual a finalidade do uso das espécies no dia-a-dia dos moradores da comunidade.

Cada entrevistado foi informado do que se tratava a pesquisa e quais seus objetivos, e receberam o termo de consentimento livre esclarecido de acordo com as normas da Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde de 12/12/2012 (BRASIL, 2012).

## 2.5. ANÁLISE DE DADOS

Após a coleta dos dados, os mesmos foram analisados e os resultados foram apresentados em gráficos ou em quadros conforme facilidade de visualização dos dados. Os dados também foram comparados e discutidos conforme a literatura.

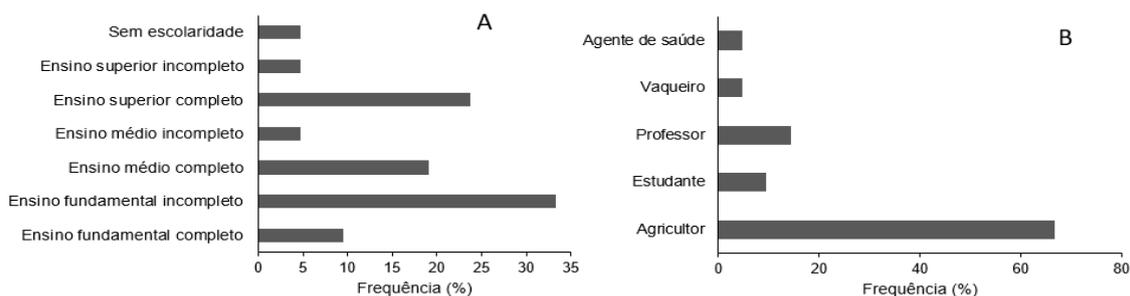
## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram entrevistados no assentamento Monte Morιά um total de 21 pessoas dentre as 23 famílias que moram no local, sendo que a faixa etária dos entrevistados variou de 20 a 70 anos. Foi observado em relação ao gênero que 66,7% são do sexo feminino e 33,3% do sexo masculino. Os resultados sobre o gênero concordam com observações já feitas em outros trabalhos etnobotânicos de outros autores (MONTELES; PINHEIRO, 2007; SILVA; MARINI; MELO, 2015), no qual sugerem que as mulheres dominam o conhecimento sobre a eficácia de plantas medicinais, por sempre estarem a mais tempo dentro de casa cuidando dos afazeres domésticos e da saúde familiar.

No que se refere ao nível de escolaridade dos participantes da pesquisa obteve-se diferentes respostas. Ensino fundamental incompleto apresentou a maior frequência, com cerca de 33% dos entrevistados. A segunda maior frequência foi observada em ensino superior completo com cerca de 25%, seguido de ensino médio completo com aproximadamente 20% (Figura 4A). Quanto à profissão, a maioria dos entrevistados são agricultores, 66%. Outra elevada frequência foi observada na profissão professor com mais de 10% (Figura 4B). O nível de escolaridade variado pode resultar em diferentes conhecimentos etnobotânicos sobre as espécies em estudo. Oliveira e Menini Neto (2012) citam que o nível de escolaridade baixo dos entrevistados se dá pelo trabalho braçal ligado à agricultura, que por meio de sobrevivência incapacitou a finalização dos estudos.



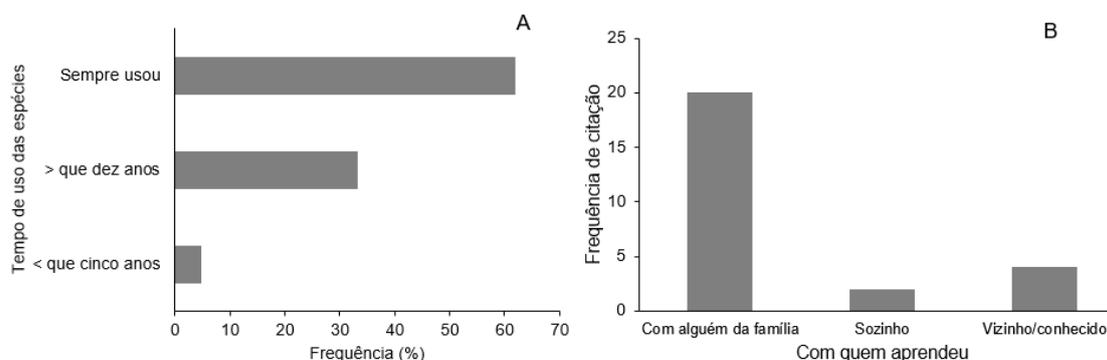
Figura 4 - Nível de escolaridade (A) e Profissão (B) dos entrevistados no Assentamento Monte Morιά, Tauá- Ceará



Fonte: Elaborada pela autora.

Sobre o tempo de uso das plantas pelos moradores das espécies *J. mollissima* e *C. quercifolius* cerca de 60% dos entrevistados disseram que sempre uso as plantas em estudo (Figura 5A). Em relação a como aprenderam a utilizar estas espécies 20 dos entrevistados disseram que aprenderam com alguém da família, 2 afirmaram que sozinho por observação e 4 com algum vizinho ou conhecido (Figura 5B), sendo que alguns dos entrevistados citaram mais de uma forma de aprendizagem. Resultado que se assemelha ao levantamento feito por Brito e Evangelista (2020), mostrou que mais de 60% dos entrevistados sempre utilizaram plantas medicinais.

Figura 5 - Tempo de uso das espécies em estudo (A) e com quem aprendeu a usar (B) na localidade Assentamento Monte Morιά, Tauá-Ceará



Fonte: Elaborada pela autora.

O conhecimento etnobotânico adquirido pelos entrevistados em relação às espécies em estudo no geral foram repassados por alguém da família e por meio de observação do meio em que vive, notou-se entusiasmo dos entrevistados ao comentar sobre o conhecimento a respeito das utilidades das espécies, reforçando assim a importância da transmissão oral das práticas terapêuticas como uma tradição familiar (ROCHA et al., 2012). Os entrevistados afirmaram que tentam passar o conhecimento adquirido a respeito das espécies tanto para familiares, como para amigos.

A espécie *J. molíssima* é usada para o tratamento de diferentes doenças, como dor de cabeça (usa-se a casca que consiste em colocá-las sobre a cabeça), infecções, inflamações na garganta, cicatrizes, ferimentos, picada de escorpião e gripe usam a seiva e para estancamento de sangramento usam a casca como formas de preparo (Quadro 1).

Quadro 1- Indicações de uso, partes usadas e formas de preparo de *Jatropha mollissima* (pohl) baill pelos moradores na localidade Assentamento Monte Moriá, Tauá- Ceará

Indicações	Partes da planta	Formas de preparo
Dor de cabeça	Folhas	Põe em cima da cabeça
Infecções	Seiva	Ingestão com água
Inflamações (garganta)	seiva	Ingestão com água antes do sol nascer
Cicatrização de ferimentos	Seiva	Põe em cima do ferimento
Picada de escorpião e abelha	Seiva	Põe em cima do ferrão
Estancar sangramento	Casca	Põe em cima do sangramento
Gripe	Seiva	Ingestão com água

Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação a seiva (Látex) do pinhão bravo, muitos dos entrevistados argumentaram que a melhor hora para extração é antes do sol nascer, pois ao contrário disso torna-se venenoso. Também informaram que o látex e as folhas da *J. Molíssima* são indicadas para o controle de dores, infecções, hemorragias e inflamações causadas até mesmo por picada de abelha e escorpião (Quadro 1). Queiroz Neto et al. (2019) afirmam que a seiva de *J. molíssima* inibiu o crescimento de bactérias gram positivas e negativas.

Os moradores citaram como indicações, parte usada e forma de preparo de *C. quercifolius* as seguintes recomendações: dor de dente, usa-se a seiva pondo em cima do dente; inflamações na próstata, sendo feito chá da casca; alguns dos entrevistados falaram que fazem paçoca da semente da favela e as folhas secas como forragem, a raiz

é utilizada para estancar sangramentos colocando a casca em cima do ferimento (Quadro 2).

Quadro 2- Indicações de uso, partes usadas e formas de preparo de *Cnidocolus quercifolius* pohl pelos moradores na localidade Assentamento Monte Moriá, Tauá- Ceará

Indicações	Parte usada	Forma de preparo
Dor de dente	Seiva	Põe em cima do dente
Inflamações (próstata)	Casca/ Raiz	Chá
Alimento	Semente	Paçoca
Forragem	Folhas	Alimento para os animais
Estancar sangramento	Raiz	põe em cima da hemorragia

Fonte: Elaborada pela autora.

Parte dos entrevistados relataram que utilizam a seiva (Látex) da favela para inibir dores em dentes (Quadro 2), essas informações corroboram com o estudo de Medeiros e Aloufa (2016). Todavia os moradores relataram que apesar de controlar a inflamação dentária a seiva provoca a degradação da estrutura dentária, ocasionando a perda do dente. Mesmo assim os entrevistados consideram o tratamento economicamente viável.

Medeiros e Aloufa (2016) nas suas pesquisas observaram também que às sementes são usadas para o preparo de paçoca e fubá. Os moradores entrevistados nesta pesquisa também afirmaram fazer uso semelhante, pois os mesmos utilizam as sementes como recurso alimentar por meio da maceração em pilão misturada com rapadura e/ou farinha de mandioca. Segundo estudos de De Medeiro et al. (2018), as sementes da favela possuem valor nutritivos com predominância de lipídios e proteínas. O uso da casca da favela para estancar sangramentos, também foi identificado em pesquisa feita por Medeiros; Aloufa (2016). Pereira et al. (2012) diz que a forragem de favela é uma alternativa viável e nutritiva para os animais em períodos de estiagem, em comparação a outras espécies da caatinga.

Em relação aos efeitos tóxicos que as espécies podem causar, os entrevistados citaram reações como intoxicação intestinal e envenenamento causada pelo consumo oral do fruto da *J. molíssima*. Para a espécie *C. quercifolius*, de acordo com relatos a seiva



pode resultar em ardência nos olhos e as folhas ao serem coletadas verdes para forragem intoxica os animais (Quadro 3).

Quadro 3 - Efeito tóxico das espécies *Jatropha mollissima* (pohl) baill e *Cnidoscolus quercifolius* pohl, citada pelos moradores da localidade Assentamento Monte Moriá, Tauá- Ceará

EFEITO TÓXICO	
<i>Jatropha mollissima</i>	<i>Cnidoscolus quercifolius</i>
Intoxicação intestinal	Ardência nos olhos
Envenenamento pelo fruto	A seiva da favela intoxica o gado
	As folhas coletadas verdes para forragem podem intoxicar os animais.

Fonte: Elaborado pela autora.

A respeito dos efeitos tóxicos da *J. mollissima*, pouco foi citado pelos moradores, apenas intoxicação intestinal e envenenamento causado na ingestão do fruto. Braquehais *et al.* (2016) em seus resultados identificou a toxicidade de um extrato das folhas do pinhão bravo onde foi capaz de matar 50% de náuplios de artemia salina, sugerindo assim seu efeito tóxico também em humanos.

Em relação aos efeitos tóxicos causados pela *C. quercifolius* citado pelos moradores tem base nos estudos de Nóbrega Júnior *et al.* (2006), em que afirmam que as Euphorbiaceae contêm o princípio ativo denominado de cianídrico (HCN) bastante ácido, perigoso e sem cor. Os moradores enfatizaram que as folhas cortadas verdes e em demasia intoxica os animais, porém, se consumidas após o final da época chuvosa em que as folhas estão secas, não se tem mais o ácido cianídrico (HCN) a intoxicação não ocorre (DE SOUZA; BATISTA; OLIVEIRA, 2012).

Por ter diferentes aplicações no assentamento Monte Moriá estas duas espécies podem ser bastante exploradas e isso pode afetar sua conservação. Assim, quando perguntados sobre a ocorrência das espécies na região, 65% dos entrevistados disseram que observaram uma redução na sua ocorrência, 25% que a ocorrência reduziu muito e 10% disseram que houve um aumento. De acordo com Campos (2010), a renovação das populações de favela enfrenta grandes obstáculos em razão da dispersão autocórica e amadurecimento dos frutos coincidir com o fim da estação chuvosa, no qual a pouca cobertura do solo por razões pecuárias possibilita uma forte predação das sementes.



## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pessoas de diferentes idades, escolaridade e profissão contribuíram com a pesquisa. Sendo que agricultor foi a profissão mais comum. Além disso, foi possível observar que todos os moradores do assentamento conheciam as espécies e que este conhecimento é adquirido e repassado entre os próprios moradores.

Com relação ao uso das espécies, *J. mollissima* é utilizada pela grande maioria através da seiva (látex) e *C. quercifolius* foi citada com mais frequência o uso através de suas sementes. Porém, de ambas as espécies são utilizadas outras partes, como as folhas. Sobre a finalidade de uso, as duas espécies são utilizadas como medicinal, *J. mollissima* é usada para dores de cabeça e inflamações. Enquanto, *C. quercifolius* apresenta uma maior variedade, além de medicinal é usada como alimento e forragem.

A população da comunidade também informou que ambas as espécies tiveram sua abundância reduzida nos últimos anos. Sendo que através desta informação destaca-se a importância de se planejar e desenvolver ações que visem a conservação dos recursos vegetais locais. Assim, entende-se que este estudo é relevante para o registro da importância social, cultural e econômica destas duas Euphorbiaceae que estão disponíveis nas áreas da caatinga, porém se torna viável que existam mais levantamentos sobre essas espécies para que assim o meio científico possa atualizar informações já existentes.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, F. N. NASCIMENTO, V. T.; MEDEIROS, P. M. Ethnobotany and population status of *Myracrodruon urundeuva* Allemão in rural northeastern Brazil. **Economic Botany**, v. 70, n. 1, p. 79-84, 2016.
- BATISTA, Eraldo Carlos. MATOS, Luís Alberto Lourenço, NASCIMENTO Alessandra Bertasi. A entrevista como técnica de investigação na pesquisa qualitativa. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.11, n.3, p.23-38, 2017. Disponível em: <https://rica.unibes.com.br/rica/article/view/768/666>. Acesso dia 15 jun. 2021.
- BEGOSSI, A. LOPES, P.F, OLIVEIRA, L.E. C, NAKANO, H. **Ecologia de pescadores artesanais da Baía de Ilha Grande**. IBIO/Ministério da Justiça. Apoio: Capesca: Preac/CIS-Guanabara/Lepac/CMU [UNICAMP] & IDRC, Canadá. Rio de Janeiro, p. 123. 2009.
- BRASIL. Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos [Internet]. **Conselho**



**Nacional de Saúde.** Brasília. 2012 [cited 2016 Nov 22]. Available from: <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>

BRITO, S. F.; EVANGELISTA, A. W. L. Plantas medicinais utilizadas na comunidade de Campo Preto, Arneiroz, Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 4, p. 434-441, 2020.

CAMPOS, G. N. F. **Clonagem de *Cnidocolus Phyllacanthus* (Mart.) Pax et K.O Hoffm. (faveleira) por alporquia.** 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

COSTA, P.A. **A UTILIZAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS NA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL: UMA REVISÃO.** Orientadora: Maria Emília da Silva Menezes. Graduação em farmácia, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité- PB. 2021. disponível em: < <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/18989>>. Acesso em 05 jul. 2021.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas.** Banco do Nordeste do Brasil, 2004.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. de. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e cultura**, v. 70, n. 4, p. 51-56, 2018.

GOMES, A. S.; GOMES, C. R. A. **Classificação dos tipos de pesquisa em Informática na Educação.** Jaques, Patrícia Augustin; Pimentel, Mariano; Siqueira; Sean; Bittencourt, Ig. (Org.) Metodologia de Pesquisa em Informática na Educação: Concepção da Pesquisa. Porto Alegre: SBC, 2019.

MEDEIROS, J. A; ALOUFA, M.I, A. I. Percepção da população das áreas com a presença da faveleira sobre os usos do vegetal. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 18, n. 1, p. 2, 2016.

MEDEIROS, J. M. S. *et al.* Chemical composition of faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*) seeds collected in different seasons<sup>1</sup>. **Revista Ceres**, v. 65, n. 3, p. 286-290, 2018.

MONTELES, R; PINHEIRO, C. U. B. Plantas medicinais em um quilombo maranhense: uma perspectiva etnobotânica. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 7, n. 2, 2007.

NÓBREGA JR, J. *et al.* Intoxicação por *Sorghum halepense* (Poaceae) em bovinos no semi-árido. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 26, p. 201-204, 2006.

OLIVEIRA, E. R.; MENINI NETO, L. 2012. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais utilizadas pelos moradores do povoado de Manejo, Lima Duarte -MG. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.14, n.2, p.311-320.

PEREIRA, V., L. A. *et al.* Valor nutritivo e consumo voluntário do feno de faveleira fornecido a ovinos no semiárido pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, P. 96-101. 2012.



- QUEIROZ NETO, R. F. *et al.* The *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill: chemical and pharmacological activities of the latex and its extracts. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6, p. 2613-2624, 2019.
- ROCHA, F. A. G. da *et al.* Comércio informal de plantas medicinais: características da comercialização, crenças no uso e perfil socioeconômico dos feirantes de Lagoa Nova, RN. In: VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012.
- ROCHA, J. A.; NEFFA, E.; LEANDRO, L. A. L, A contribuição da Etnobotânica na elaboração de políticas públicas em meio ambiente – um desafio na aproximação do discurso à prática. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* v. 10. 2014.
- RODRIGUES.S. A. As tribos Dalechampiae Müll. Arg. e Manihoteae Melchior (Euphorbiaceae) no Distrito Federal, Brasil. **Revista: Repositório**, 2007.
- SANTOS, LL dos *et al.* Técnicas para coleta e processamento de material botânico e suas aplicações na pesquisa etnobotânica. Métodos e técnicas na pesquisa etnobiológica e etnoecológica. Recife, PE: NUPPEA, p. 277-296, 2010.
- SILVA, M. D. P.; MARINI, F. S.; MELO, R. S. Levantamento de plantas medicinais cultivadas no município de Solânea, Agreste Paraibano: reconhecimento e valorização do saber tradicional. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.4, supl. II, p.881-890. 2015.
- SOUZA, B. B; BATISTA, N. L; OLIVEIRA, G. J. C. Utilização da faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*) como fonte de suplementação alimentar para caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 01-05, 2012.
- SOUZA, D. D.; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.(Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115-122, 2019.
- VASCONCELO, G. C. L. *et al.* Caracterização morfológica de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 263-268, 2014.
- WEBSTER, G. L. Classification of the Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p.3-32, tradução nossa. 1994. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/pdf/2399908.pdf?refreqid=excelsior%3A262ad91b9147cc488f193e230486c3fe>.



# CAPÍTULO XXIII

## REÚSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA BRASILEIRA E MUNDIAL

WATER REUSE IN BRAZILIAN AND WORLD AGRICULTURE

DOI: 10.51859/AMPLA.CAM3132-23

Laíse Pellin<sup>1</sup>  
Ingrid Soffner<sup>2</sup>  
Aline Raquel Muller Tones<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Cerro Largo/RS, Brasil.

<sup>2</sup> Graduanda do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Cerro Largo/RS, Brasil.

<sup>3</sup> Professora Doutora adjunta da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Cerro Largo/RS, Brasil.

### RESUMO

A água de reuso é a reutilização de águas de efluentes tratados, que posteriormente são dispostos em diversos usos no Brasil e no mundo, desde que esteja dentro dos padrões estabelecidos para a sua reutilização. Em busca de novas alternativas para diminuir o estresse hídrico o reuso da água vem como uma ferramenta muito importante, desta forma o artigo tem como objetivo apresentar uma visão panorâmica das práticas de reuso no Brasil e no mundo, relatando como a escassez e desperdício poderiam ser diminuídos com a reutilização da água, as legislações pertinentes e os obstáculos para a sua implantação. Com isso, este trabalho tem o objetivo de fazer uma revisão bibliográfica do que há de mais recente na literatura visando o enfrentamento da escassez de água na agricultura.

**Palavras-chave:** Reuso. Legislações. Desafios Hídricos. Irrigação.

### ABSTRACT

Reuse water is the reuse of water from treated effluents, which are subsequently disposed of for various uses in Brazil and around the world, as long as it is within established standards for reuse. In search of new alternatives to reduce water stress, water reuse comes as a very important tool, in this way the article aims to present a panoramic view of reuse practices in Brazil and in the world, reporting how scarcity and waste could be reduced with the reuse of water, the relevant legislation and the obstacles to its implementation. With this, this work aims to make a bibliographic review of what is most recent in the literature in order to face the scarcity of water in agriculture.

**Keywords:** Reuse. Legislations. Water Challenges. Irrigation.



## 1. INTRODUÇÃO

A denominação “água de reuso” conforme a Organização Mundial de Saúde - OMS (WHO, 1973), refere-se ao reuso indireto sendo planejado e não planejado, reuso direto e reciclagem interna. Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) nº 13.969/97 classifica quanto à forma de aproveitamento (MOURA *et al.*, 2020).

Os primeiros registros de reuso da água foram na Grécia antiga por volta de (3000 a 1200 a.C.), esses registros se referem as construções de sistemas de esgoto nos palácios das antigas civilizações Monoica na ilha de Creta, sendo atualmente usado no Brasil e no mundo o reuso da água (HANDAM, 2021).

O sistema de irrigação iniciou desde as antigas civilizações no Egito e Mesopotâmia, nas regiões mais secas, devido à escassez hídrica em algumas regiões, buscou-se as regiões com clima mais favoráveis para a agricultura se desenvolver mais facilmente, devido às chuvas mais frequentes, suprindo assim as necessidades das culturas. Deste modo, a irrigação passou a emergir em períodos mais recentes. No Brasil, por exemplo, a irrigação iniciou década de 1900 com a produção de arroz no Rio Grande do Sul, e a partir das décadas de 1970 e 1980 com a intensificação em outras regiões do país persistentes do uso da mesma técnica como migrantes do Oeste dos estados de Santa Catarina e Paraná (BRASIL, 2017).

A água de reuso no Brasil é utilizada em diversas áreas, como na agricultura, na irrigação paisagística, na limpeza urbana, na lavagem de veículos e em sanitários nos shopping centers, sendo atividades não potáveis. Devido à seca ocorrida no ano de 2014 em São Paulo, ocorreu a possibilidade de utilização da água de reuso para a distribuição de consumo humano, devido à crise de abastecimento no Sistema Cantareira (MOURA *et al.*, 2020).

Porém no Brasil não possui legislações específicas e padrões reguladores, que garantam a qualidade e uma segurança para a utilização da água de reuso para o contato primário e nem para o consumo humano (MOURA *et al.*, 2020).

À medida que São Paulo adotou foi com a implantação da Lei nº 16.174 de 22 de abril de 2015, que revoga a Lei Municipal nº 13.309/2002, estabelecendo regras e medidas para o fomento ao reuso de água para aplicações não potáveis, oriundas do polimento do efluente final do tratamento de esgoto, da recuperação de água de chuva,

da drenagem de recintos subterrâneos e de rebaixamento de lençol freático (SÃO PAULO, 2015).

Devido aos cenários de escassez em diversas áreas do planeta, busca-se novas alternativas de fonte de água, com o intuito de minimizar o estresse hídrico e diminuir as poluições decorrentes, ressaltando que a qualidade e quantidade da água são termos indissociáveis. Com a prática de reuso torna uma solução na recarga dos sistemas hídricos, e também sendo um benefício para o meio ambiente (ARAUJO *et al.*, 2018).

Desta forma o artigo tem como objetivo apresentar uma visão panorâmica das práticas de reuso no Brasil e no mundo, relatando como a escassez e desperdício poderiam ser diminuídos com a reutilização da água, as legislações pertinentes e os obstáculos para a sua implantação. Com isso, este trabalho tem o objetivo de fazer uma revisão bibliográfica do que há de mais recente na literatura visando o enfrentamento da escassez de água na agricultura.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ESCASSEZ DE ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO

A água tem sua importância reconhecida desde a antiguidade. A grande maioria das civilizações procuravam se instalar próximas aos cursos d'água. Segundo Brega Filho; Mancuso (2010), em razão da limitação dos recursos hídricos o homem primitivo não fixava moradia e mudava-se constantemente, numa permanente busca de locais com suposta abundância de água, porém essas buscas tornaram-se cada vez mais difíceis em razão do crescimento das populações, surgindo à necessidade de as comunidades disciplinarem e racionalizarem o uso da água

As crises no abastecimento de água estão se tornando cada vez mais frequentes em muitos locais, devido à falta de gerenciamento adequado, mudanças nos hábitos de consumo da população, períodos de estiagens e também à própria escassez desse bem (BRANCALIONE GONÇALVEZ, 2016). Outro fator preocupante é o grande desequilíbrio entre oferta de água e demanda, ocasionado pela distribuição irregular da água pelo mundo, onde de toda a extensão do planeta, cerca de 70% é recoberta por água, porém destes, somente 2,5% é água doce, o restante é água salgada, sendo a distribuição desta água doce irregular, depende essencialmente do ecossistema que compõem cada região.

A escassez hídrica afeta países como o continente africano, Oriente médio e Emirados Árabes Unidos, que consomem cerca de 66 m<sup>3</sup>/hab/ano de água, enfrentando problemas sociais e na produção de alimentos. Já o Brasil está na 25ª colocação entre os países com mais água disponível a nível mundial, dispondo de 48.314 m<sup>3</sup>/hab/ano, porém esta distribuição encontra-se desigual, como nas regiões do nordeste, sudeste, e algumas cidades da região sul, devido a maior densidade populacional nestas regiões, com poucos recursos hídricos disponíveis (FAGUNDES *et al.*, 2020).

## 2.2. IMPACTOS DA ESCASSEZ DE ÁGUA NA AGRICULTURA

Ao considerar a reutilização de águas residuais, Caselles-Osorio e demais autores (2018) cita que o reuso planejado de efluentes domésticos na agricultura vem sendo apontado como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica, sendo uma opção para os agricultores. O reuso da água na agricultura foi redescoberto como uma importante oportunidade de sustentabilidade, conservação e redução de custos, critérios operacionais e de qualidade para garantir a proteção da saúde para os consumidores de safras agrícolas. Desta forma, o tratamento adequado das águas residuais é necessário para minimizar o impacto indesejável no meio ambiente.

Uma das vantagens mais reconhecidas do uso de águas residuais na agricultura é a redução relacionada a pressão nas fontes de água doce. Assim, o esgoto serve como fonte alternativa de irrigação, sobretudo para a agricultura, maior usuária global de água, majorando a produção agrícola em regiões com escassez de água, contribuindo assim para a segurança alimentar. Outro benefício pertinente ao reuso de águas residuais agrícolas, é a minimização da extração de recursos hídricos subterrâneos. Além disso, os nutrientes naturalmente presentes nas águas residuais permitem que sejam realizadas economias nos gastos com fertilizantes, garantindo assim um ciclo de nutrientes fechado.

A exemplo disso, temos o estudo feito por Carvalho e demais colaboradores usando a irrigação com água de reuso no cultivo de pimentões, em Fortaleza, com bom rendimento na agricultura (CARVALHO *et al.*, 2019), em cultivos em terras áridas utilizando o reuso de água para irrigação proveniente do processo de petróleo e gás, se mostrando uma ótima alternativa para essas regiões com benefícios econômicos, sociais e ambientais (ECHCHELH *et al.*, 2018).



### 2.3. REUSO DE ÁGUA COMO FERRAMENTA ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA NA AGRICULTURA

De acordo com os dados obtidos pelo Atlas Irrigação da Agência Nacional das Águas (ANA), publicado em 2020, o Brasil apresenta cerca de 67% de consumo de água na irrigação e em âmbito mundial cerca de 70%, sendo assim de grande importância o reuso de efluentes tratados na agricultura, onde possibilita a diminuição da demanda de água bruta e de contaminação em corpos hídricos.

Dentre as diversas possibilidades de reuso uma delas se destaca pela sua aplicação no setor que representa a maior demanda hídrica. Trata-se do uso agrícola para irrigação de diferentes culturas. Embora o crescimento da atividade resulte, em geral, em aumento do uso da água, diversos benefícios podem ser observados, tais como o aumento da produtividade, a redução de custos unitários, a atenuação de riscos climáticos/meteorológicos e a otimização de insumos e equipamentos. A irrigação também é fundamental para o aumento e a estabilidade da oferta de alimentos e consequente aumento da segurança alimentar e nutricional da população brasileira (SANTOS *et al.*, 2020).

Smiderle (2021) ressalta que a água tratada, no futuro voltará a essa condição para ser empregado em diversos usos benéficos, como o termo “uma só água”, onde projetos vêm sendo estudados no Brasil e no mundo, buscando formas de reuso não somente na agricultura, mas também para fins potáveis, uma preocupação na recuperação deste recurso natural, devido à grande demanda por água.

No Brasil, a região brasileira que mais sofre com as secas e que mais utiliza a água de reuso na agricultura é no Nordeste, por apresentar um clima semiárido de longos períodos de seca, necessita de outras fontes de água e muitos efluentes tratados são destinados à irrigação. Devido à preocupação da escassez hídrica, esta é uma medida alternativa para esta problemática e também uma fonte de renda para a população e de alimento para o gado e outros animais (HANDAM *et al.*, 2021). A utilização de efluentes tratados na agricultura tem como benefício grande quantidade de fertilizantes advindo das águas de reuso (ANA, 2020).

Tomate, arroz, pimentão, cebola, batata, alho, frutas e verduras são exemplos de alimentos produzidos sob alto percentual de irrigação. Do ponto de vista do uso racional da água, exigências legais e instrumentos de gestão, como a outorga de direito de uso de recursos hídricos (autorização para o uso da água) e a cobrança pelo uso,



fomentam a sustentabilidade da atividade, o aumento da eficiência e a consequente redução do desperdício (MOURA *et al.*, 2020; CUNHA *et al.*, 2011).

Tendo em vista a utilização de reuso de água para o enfrentamento da escassez hídrica na agricultura, na sequência serão relatadas aplicações diversas de reuso de água no mundo de acordo com a sua necessidade.

#### **2.4. REUSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA EM ISRAEL**

Israel está localizado na costa sudeste do Mediterrâneo, dividida em quatro regiões: planície (costeira do Mediterrâneo), as colinas centrais, o Jordan Rifa Valley, e o Negev localizado ao sul (deserto). A precipitação anual no país em um raio de 200 quilômetros, varia de 600 milímetros no Norte, a menos de 150 milímetros no Sul, porém somente 5% é escoado superficialmente, o restante é evapotranspirado. Essa situação corrobora para que Israel seja um dos países mais escassos de água do mundo (MARIN *et al.*, 2017).

Para atender a demanda de abastecimento conforme o crescimento populacional, Israel desenvolveu e realizou a implantação de políticas públicas, visando reformas institucionais e investimentos maciços em infraestrutura que incluem: (i) controle (medição) de captação de águas de aquíferos, fiscalizada por meio das licenças ambientais ; (ii) reuso de águas residuárias para a irrigação ao invés de uso de água potável; (iii) desenvolvimento da dessalinização da água do mar e da água salobra; (iv) otimização de uso e distribuição de água potável no desenvolvimento de infraestruturas para o transporte a granel da água; (v) com a ausência de represas e reservatórios superficiais, utilizar água de aquíferos e recarregar com água de esgoto tratado em meses de baixa demanda; (vi) reformas institucionais com implantações de tarifas de cobrança de uso da água, promovendo uma sustentabilidade financeira no setor hídrico (MARIN *et al.*, 2017).

Em Israel, observa-se uma vasta experiência na gestão da água, em sua conservação, no seu tratamento, no processo de dessalinização e no reuso de água e também no gerenciamento de esgotos. Dentre estas experiências citadas, encontra-se estação de tratamento de águas residuárias de Shafdam, que é a maior de Israel, com capacidade para tratar 360 mil metros cúbicos por dia. Em Hedera encontra-se a planta



de dessalinização, que utiliza osmose reversa para dessalinizar até 525 mil metros cúbicos de água por dia para mais de 1 milhão de israelenses (ANA, 2022).

Outro exemplo no oriente médio é o projeto Dan, conforme Handam (2021) vem sendo utilizado desde a década de 80 no deserto de Neguev, transformando uma região desértica em área fértil e produtiva para a agricultura. “O volume de esgoto gerado na cidade de Tel Aviv é tratado e percolado em um aquífero, o qual fornece tratamento adicional, para então ser posteriormente extraído e direcionado para atendimento das necessidades de água na agricultura da região de Dan” (SMIDERLE *et al.*, 2021).

## 2.5. REUSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA NA CHINA

A China é um país com grande desenvolvimento industrial e agrícola, possui uma base populacional maior do mundo, com cerca de 1.425.893.465 de habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) atualizado em 2022. Possui uma área agrícola de 130 milhões de hm<sup>2</sup> de área cultivada, onde a demanda para irrigação aumenta devido ao grande desenvolvimento agrícola (PAÍSES IBGE; 2021; CAI *et al.*, 2022).

Os recursos hídricos da China são extremamente escassos, com um enorme desequilíbrio regional na disponibilidade de água, limitando assim as áreas para o desenvolvimento agrícola. No norte da China, por exemplo, encontra-se o deserto de Gobi, sendo um local bastante árido, apresentando cerca de 42% da população da China e com uma reserva de apenas 14% de água. Em todo o território Chines, o percentual per capita por água é de 25% inferior ao nível médio mundial, que é cerca de 110 litros de água por dia de acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde) (CAI *et al.*, 2022).

Com esta grande demanda por recursos hídricos, buscou-se uma forma alternativa para o abastecimento e gestão da água, sendo a sua reutilização necessária, especialmente em áreas de extrema escassez na China. Sendo assim, o país começou com um grande desenvolvimento na construção e instalação de tratamento e reutilização de águas residuais (CHEN *et al.*, 2017), chegando no ano de 2014 com um nível alto de 82% de tratamento (CHEN *et al.*, 2017).

O reuso da água feito na China é utilizada para fins não potáveis, ou seja, sem o contato humano, por não possuir uma boa qualidade, devido a grandes poluições pelo

crescimento populacional. As cidades de Pequim, Shenzhen e Tianjin são as que mais utilizam a água de reuso, (LI *et al.*, 2019).

Com a preocupação para recuperar a água na China devido a sua grande escassez, foi designado alguns princípios como a integração das águas já tratadas nos recursos hídricos, juntamente com as águas superficiais e subterrâneas, sua aplicação é principalmente em setores industriais, setores agrícolas e o ambiente cênico (CHANG & MA, 2012).

Sendo assim, a China por ser um país agrícola, apresentou um avanço na escala de produção agrícola. No ano de 2021 a China foi o país com maior produção de grãos do mundo, onde possui tecnologias para a irrigação para economizar o uso da água, como a irrigação por gotejamento, microirrigação, irrigação por tubulação de baixa pressão e irrigação por controle de infiltração (CAI *et al.*, 2022).

As cidades com maior uso destes tipos de tecnologias é a região Nordeste, onde apresenta maior produção agrícola, como região de Huanghuaihai e a bacia do rio Yangtze, as cidades com menor infraestrutura ou altamente urbanizadas são as que possuem menor produção agrícola (CAI *et al.*, 2022).

## 2.6. REUSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA NOS ESTADOS UNIDOS

Os Estados Unidos da América (EUA) está localizado na América do Norte, é composto por cinquenta estados e um distrito federal, possui aproximadamente 336.997.624 habitantes em todo o seu território, segundo os dados do IBGE de 2022. É um país com a maior economia nacional do mundo, alimentada pela abundância de recursos naturais, por uma infraestrutura bem desenvolvida e pela alta produtividade (IBGE, 2022a).

O reuso da água é utilizada em alguns estados dos EUA, como forma de reduzir a situação de escassez de água, e também reduzindo a carga de poluição ambiental causada pelo lançamento de esgoto tratado (LEE & MENDOZA, 2022). Por ser um país com grande desenvolvimento, suas legislações são extremamente restritivas tanto para o uso da água de consumo, como para o seu reuso, de modo a garantir a saúde de usuários, operadores de sistemas e população em geral (SILVA *et al.*, 2016).



A primeira regulamentação oficial referente a utilização de esgotos sanitários na agricultura foi em 1918, no departamento de Saúde Pública do Estado da Califórnia (CAMPOS & ARAÚJO, 2020).

Os estados que mais utilizam o sistema de reuso da água é na Flórida e na Califórnia. (LEE & MENDOZA, 2022). Na cidade de Bakersfield, localizada no Estado da Califórnia, o uso dos efluentes domésticos iniciaram em 1912, na forma de esgoto bruto como efluente primário e atualmente na forma de efluente secundário. Na cidade do Texas a utilização de efluentes secundários iniciou em 1938 e, atualmente a água é reciclada é usada para irrigar culturas como alfafa, frutas cítricas, algodão, vegetais, trigo e outros grãos (HANDAM, 2021; DERY *et al.*, 2019).

Já na Flórida, em 1986, iniciou-se o projeto chamado CONSERV II, onde no ano de 2010 ocorreu a utilização de 2,5 milhões m<sup>3</sup>/d de efluente tratado, sendo mais da metade desse volume destinada à irrigação e paisagismo da cidade. No estado da Califórnia, na cidade de Monterey County, possui uma capacidade de 110 mil m<sup>3</sup>/d de tratamento da água de reuso, onde passa pelo processo de filtração e desinfecção e posteriormente empregada na irrigação de plantações de comidas cruas, como alface, brócolis e morangos (HANDAM, 2021).

Os estados de Arizona, Califórnia, Flórida e Texas, são responsáveis por produzir aproximadamente 85% da água reciclada nos EUA, atribuindo benefícios aos produtores e ao meio ambiente com um a diminuição de fertilizantes, devido aos seus altos níveis de nutrientes providos da água de reuso, como nitrogênio e fosforo, assim obtendo um melhor rendimento nas culturas e um aumento na economia (DERY *et al.*, 2019).

## 2.7. REUSO DA ÁGUA NA AGRICULTURA NA ESPANHA

A Espanha fica localizada na Península Ibérica na Europa, possui uma área de 505.990 quilômetros quadrados, com 47.486.935 habitantes segundo o IBGE (2022b).

Na Europa as regiões costeiras, especialmente na zona mediterrânica, apresentam situações de secas severas, devido as alterações climáticas, com isso foi necessário incorporar estratégias alternativas nos recursos hídricos, como a reutilização da água e a dessalinização da água do mar, assim aumentando a disponibilidade de água doce e economizando recursos convencionais para manutenção ambiental e do abastecimento de água potável (ECHEVARRÍA *et al.*, 2022).



Conforme Truchado e colaboradores (2021), a Espanha possui uma recuperação anual de água de reuso com cerca de 400 Hm<sup>3</sup> /ano, sendo 12% utilizado nas indústrias. Em Valência, a cidade com a maior potência na Espanha em termos de reutilização de águas residuais apresenta cerca de 71% com a utilização principalmente na agricultura, embora algumas áreas rurais não possuam a prática de reutilização devido à falta de sistemas públicos de esgoto.

A água de reuso é uma aliada no sudeste da Espanha na produção de frutas e legumes, conhecido como o pomar Europeu, correspondendo a 10% da produção mundial em termos econômicos, e 12% os legumes a nível Europeu. O recurso hídrico de reuso vem sendo uma fonte de água valiosa na produção devido à escassez de água e sua alta demanda (TRUCHADO *et al.*, 2021).

Na Espanha, as legislações sobre o reuso da água entraram em vigor desde 2007, pelo decreto 1620 de 7 de dezembro de 2007, esta lei estabelece o regime jurídico da reutilização das águas residuais, porém foi revogada pelo novo Regulamento (UE) n.º 2020/741 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de maio de 2020 sobre os requisitos mínimos para a reutilização da água, estabelecendo parâmetros mais rigorosos. porém foi revogada pelo novo regulamento Europeu (UE) 7 n.º 741 de 2020 com parâmetros mais rigorosos. Este novo regulamento estabelece os requisitos mínimos para a qualidade da água e a respectiva monitorização e disposições sobre a gestão dos riscos, para a utilização segura da água para a reutilização no contexto da gestão integrada da água (TRUCHADO *et al.*, 2021).

## **2.8. BARREIRAS PARA REUTILIZAÇÃO DE REUSO DE ÁGUA NO BRASIL E NO MUNDO**

Conhecida como lei das águas, a Lei Federal nº 9.433 de 1997, estabelece as bases da Política Nacional de Recursos Hídricos e emprega Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos, que tem como objetivo reconhecer a água como bem econômico, dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos destinados à recuperação das bacias hidrográficas no Brasil (BRASIL, 1997). A lei em questão determina que todo aquele que utilizar a água para sua atividade econômica, causando impactos sobre a quantidade ou



qualidade da água, deve obter autorização para isso. Neste contexto, essa autorização é conhecida como Outorga de Direito do Uso da Água (BRASIL, 1997; BRASIL, 2017).

Mesmo o Brasil sendo um país amplamente beneficiado e com alta de disponibilidade hídrica, a região sudeste não possui a mesma abundância de água que ocorre na região norte e a bacia do rio Paraíba do Sul, composta pelos estados Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, sofreu uma severa restrição hídrica. Sabe-se que o reuso de efluentes tratados pode agir no combate a escassez hídrica e atuar na proteção de mananciais, e que países com histórico de estresse hídrico possuem o reuso como prática comum (ARAUJO *et al.*, 2018; BRASIL, 2017).

Com um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos, os esgotos tratados apresentam-se como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas, florestais, industriais, urbanos e ambientais. O reuso dos esgotos faz com que se tenha a substituição da água potável por uma água de qualidade inferior, reduzindo assim a demanda sobre os mananciais de água. Essa prática, atualmente muito discutida, já é utilizada em alguns países, é baseada no conceito de substituição de mananciais e manutenção da água potável (BRANCALIONE, 2021; BARROS *et al.*, 2015; CUNHA *et al.*, 2011). Através do reuso com a utilização de água de qualidade inferior (geralmente efluentes pós-tratados) pode-se poupar grandes volumes de água potável.

Mesmo se tendo o conhecimento e a aceitação entre os profissionais da área acerca dos benefícios e possibilidades advindas da prática do reuso da água, a sua prática no Brasil ainda está em estágio inicial. Depreende-se, portanto, que não há um desafio tecnológico a ser vencido para a maior difusão do reuso no Brasil; os desafios são de outra ordem, tais como: insegurança sanitária e jurídica em função da falta de regulamentação e ausência de incentivos (SANTOS *et al.*, 2020b). As tecnologias necessárias ao reuso da água residuária são conhecidas, sendo necessário a atuação do Estado para definir uma estratégia e mecanismos de incentivo a esta prática e apenas de adequações para atendimento dos padrões de qualidade específicos para o uso (SMIDERLE *et al.*, 2021).

Existem padrões de qualidade em normatizações como a Norma técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), nº 13.969/97 (ABNT, 1997), que traz poucos padrões, e não é específica sobre água de reuso. Ademais, existem



normatizações pontuais de alguns estados brasileiros que possuem parâmetros de qualidade sanitária para reutilização agrícola.

No Brasil, onde o setor da agricultura possui o maior poder econômico (MOURA *et al.*, 2020), com a utilização de água de reuso, pode-se ter uma economia na prática agrícola, pois ao invés da compra de água potável, poderia ser produzida e utilizada água para irrigação na agricultura

No Brasil, existe uma legislação federal sobre água de reuso para agricultura, que é a Resolução CNRH nº 121 de 2010. No entanto, esta não estabelece parâmetros para avaliação da qualidade sanitária para a reutilização agrícola. Nesta normatização possui informações específicas sobre a utilização de água de reuso na agricultura e em cultivo de florestas plantadas. No entanto, não trata sobre os padrões para a avaliação da qualidade sanitária da água de reuso para a agricultura, apenas diz que “as características físicas, químicas e biológicas para a água em todos os tipos de reutilização para fins agrícolas e florestais deverão atender os limites definidos na legislação pertinente” (BRASIL, 2010).

No âmbito internacional, até agora, apenas os estados de São Paulo, Ceará, Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro apresentam regulação sobre reuso de água, porém com grandes diferenças heterogeneidade entre as características quanto aos padrões e tipos de uso das águas residuárias (SMIDERLE *et al.*, 2021).

Internacionalmente, existem normatizações como nos Estados Unidos da América o “*Guidelines for Water Reuse*” da U.S. Environmental Protection Agency (EPA) de 2012, que trata de forma mais completa sobre água de reuso, com parâmetros físico-químicos e biológicos, baseados em estudos científicos, de modo que esta água se torne mais segura para aqueles que a utilizam (EPA, 2012).

Vários estados-membros da Europa, incluindo Chipre, Grécia, França, Itália, Portugal e Espanha, tinham normas anteriores sobre a reutilização de água em vigor (EU, 2020). No entanto, era necessária uma legislação comum para evitar a falta de harmonia entre os padrões existentes dos diferentes países porque poderia criar barreiras comerciais em toda a Europa para produtos agrícolas irrigados com água de reuso e uma percepção entre os usuários finais de que existem vários níveis de segurança para práticas de irrigação semelhantes.



O regulamento Europeu 741/2020 elaborado pela Comissão para o Meio Ambiente, Mudanças Climáticas e Energia do Comitê Europeu das Regiões denominado “*Water Reuse—Legislative Framework in EU Regions*” inclui uma comparação de diferentes legislações nacionais com o novo regulamento europeu sobre reutilização de água, destacando as diferenças entre os parâmetros de cobertura e os requisitos de monitoramento (TRUCHADO *et al.*, 2021; EU, 2020).

Segundo o relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos de 2021, estima-se que são produzidos cerca de 380 km<sup>3</sup> de águas residuais anualmente, o equivalente a 15% da água que é utilizada na agricultura, sendo assim um grande potencial para a sua reutilização na irrigação. Devido ao grande crescimento populacional as mudanças climáticas, a urbanização e a industrialização, os recursos hídricos estão ficando cada vez mais escassos, gerando conflitos em diversas regiões do mundo, com isto novas alternativas devem ser tomadas (UNESCO, 2021).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, devido a sua abundância em seus recursos hídricos, o reuso da água não está em um grande progresso referente há outros países, sendo necessário que as normativas e legislações pertinentes a respeito desse assunto sejam mais rígidas em termos de qualidade, necessitando de uma padronização. sendo assim a água de reuso essencial, necessita-se de uma melhor gestão nos recursos hídrico buscando soluções referentes ao crescimento populacional e a soluções a serem tomadas em relação a regiões de extrema escassez hídrica.

Em relação aos recursos hídricos, o reuso da água é de extrema importância, pois incorpora fontes de alternativas para uma diminuição de poluentes, como as águas de esgoto sendo tratadas e utilizadas na agricultura, melhorando a economia do país. Com isto conclui-se que além de uma melhora nas legislações pertinentes é necessária uma conscientização das pessoas em relação a poluição do meio ambiente e ao reaproveitamento da água.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.969 de 30 de outubro de 1997. Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos. Rio de Janeiro, out. 1997. 60p.
- ALCALDE-SANZ, L., GAWLIK, B.M. Minimum quality requirements for water reuse in agricultural irrigation and aquifer recharge — towards a water reuse regulatory instrument at EU level. In: EUR 28962 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2017.  
<https://doi.org/10.2760/887727>. PUBSY No. 109291
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2020. Disponível em: Acesso em: 16 dez. 2022.
- ARAUJO, B.M. et al. Aspectos econômicos para o reuso na agricultura na bacia do rio paraíba do sul e comparação com o modelo da gestão de cobrança em Israel. III Simpósio de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul – UFJF, 2018. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/76/A0024.pdf>. Acesso em 16 dez 2022.
- ASSANTI, I.B.R. Água de reúso: uma possível solução para a escassez hídrica no Nordeste. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão e Tecnologias do Saneamento) – Escola Nacional de Saúde Pública – ENSP, Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, RJ, 17 fev. 2020.
- BARROS, H.M.M. et al. Reúso de água na agricultura. Revista Verde (Pombal - PB - Brasil), v. 10., n. 5 (ESPECIAL), p. 11 - 16, dez., 2015.
- BRANCALIONE, L. Educação, saúde e desenvolvimento sustentável: investigações, desafios e perspectivas futuras. Editora Epitaya, Rio de Janeiro, p. 24-42, 2021
- BRASIL. Lei nº. 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF. 1997.
- BRASIL. Resolução CNRH nº 121, de 16 de dezembro 2010. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 de dezembro 2010.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 86 p., 2017.
- CAI, J. et al. Patterns and driving forces of the agricultural water footprint of Chinese cities. Science of The Total Environment, v. 843, p. 156725, 2022

CAMPOS, F.; ARAÚJO, K.B. Fertirrigação e o reúso de água na agricultura. *InterfacEHS - Revista de Saúde, Meio ambiente e Sustentabilidade*, v. 15, n. 1, 2020.

CARVALHO, P.H.M.S. et al. Reuso de água Residuária na Irrigação de Pimentão no Submédio SÃO FRANCISCO. SBRNS IV Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/336227567\\_REUSO\\_DE\\_AGUA\\_RESIDUARIA\\_NA\\_IRRIGACAO\\_DE\\_PIMENTAO\\_NO\\_SUBMEDIO\\_SAO\\_FRANCISCO](https://www.researchgate.net/publication/336227567_REUSO_DE_AGUA_RESIDUARIA_NA_IRRIGACAO_DE_PIMENTAO_NO_SUBMEDIO_SAO_FRANCISCO). Acesso em: 15 de Jan de 2023.

CHANG, D.; MA, Z. Wastewater reclamation and reuse in Beijing: Influence factors and policy implications. *Desalination, China*, v. 1, n. 297, p.72-78, 2012.

CHEN, Z. et al., Centralized water reuse system with multiple applications in urban areas: Lessons from China's experience. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 117, p. 125-136, 2017.

CUNHA, A.H.N. et al. O reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, vol.7, n.13, p. 1225-1248, 2011.

DERY, J.L. et al. Compreender as percepções e atitudes dos produtores sobre o uso de fontes de água não tradicionais, incluindo água recuperada ou reciclada, no semiárido sudoeste dos Estados Unidos. *Environmental Research*, v.170, p. 500-509, 2019.

DERY, J.L. et al. Compreender as percepções e atitudes dos produtores sobre o uso de fontes de água não tradicionais, incluindo água recuperada ou reciclada, no semiárido sudoeste dos Estados Unidos. *Environmental Research*, v. 170, p. 500-509, 2019.

ECHCHELH, A. et al. Reusing oil and gas produced water for irrigation of food crops in drylands. *Agricultural Water Management*, [S.L.], v. 206, p. 124-134, 2018.

ECHEVARRÍA, C. et al. Avaliação técnico-econômica de esquemas de polimento descentralizados para recuperação e reutilização municipal de água no setor industrial em regiões semiáridas costeiras: o caso de Barcelona (Espanha). *Science of The Total Environment*, v. 815, n. 1, 2022.

EPA – U. S. Environmental Protection Agency. *Guidelines for Water Reuse*. Washington U.S. Agency for International Development Washington, D.C., 2012.

EU, Regulation (EU) No 2020/741 of the European Parliament and of the Council of May 25 2020 on minimum requirements for water reuse *Off. J. Eur. Union L*, v. 177, n. 63, pp. 32-55, 2020.

- FAGUNDES, O.S. et al. A crise hídrica e suas implicações no agronegócio brasileiro: Uma revisão bibliográfica. *Scientific Electronic Archives*, v. 13, p. 42-50, 2020.
- HANDAM, N.B. et al. Agricultural reuse: comparison between Brazilian and international quality standards. *International Journal of Hydrology*, v. 5, n. 1, p. 28-31, 2021.
- Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística, IBGE. 2022a. Disponível em: <https://paises.ibge.gov.br/#/dados/estados-unidos-da-america>. Acesso em 17 dez 2022.
- Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística, IBGE, 2022b. Disponível em: <https://paises.ibge.gov.br/#/dados/espanha>. Acesso em 17 dez 2022.
- LEE, M.Y.; MENDOZA, J.A.M. Avaliação e diagnóstico para política de reúso de água na República da Coreia. *Water Cycle*, v. 3, p. 171-179, 2022.
- LI, Q. et al., Optimizing the reuse of reclaimed water in arid urban regions: A case study in Urumqi, Northwest China. *Sustainable Cities and Society*, v. 51, p.101702, 2019.
- MARIN, P. et al. Water Management in Israel: Key Innovations and Lessons Learned for Water Scarce Countries. World Bank, Washington, DC. © World Bank. 2017.
- MOURA et al., Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. Revisão da Literatura • Eng. Sanit. Ambient., v. 25. n. 6, 2020.
- MORENO, J. Melgarejo. Agua y Economía Circular. En J. Melgarejo Moreno, Congreso Nacional del Agua Orihuela (pp. 27-52). Alicante: Universitat d'Alacant. 2019
- MOURA, P.G. et al. Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 25, n. 6, p. 791–808, dez. 2020.
- PAÍSES IBGE. [S. l.], 31 dez. 2021. Disponível em: <https://paises.ibge.gov.br/#/mapa>. Acesso em: 29 ago. 2022.
- SANTOS, A.S. et al. A. Importância do reuso de água para irrigação no Semiárido. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.2, n.3, p.15-20. 2020a.
- SANTOS, A.S.P. et al. Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reuso no Brasil. *Revista Sustinere*, v. 8, n. 2, p. 437-462, 2020b.
- SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. Lei nº 16.174, de 22 de abril de 2015. Prefeitura de São Paulo.
- SILVA, K.C. et al. Estudo sobre a atual situação do reuso de águas servidas tratadas no Brasil e no mundo. XVII Silubesa – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 1-19, 2016.

SMIDERLE, J.J. et al. Comparação entre as políticas públicas de incentivo ao reúso da água residuária no Brasil e no cenário internacional. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2021.

TRUCHADO, P. et al. Novos padrões a nível da União Europeia sobre a reutilização de água para irrigação agrícola: As estações de tratamento de águas residuais espanholas estão prontas para produzir e distribuir água de reúso dentro dos requisitos mínimos de qualidade? *Jornal Internacional de Microbiologia Alimentar*, v. 356, 109352, 2021.

UNESCO, World Water Assessment Programme. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021, 2021. Disponível em [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751\\_por?posInSet=9&queryId=aec0bec4-5897-4727-a876-4eca05f4e87](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por?posInSet=9&queryId=aec0bec4-5897-4727-a876-4eca05f4e87). Acesso em 15 de janeiro de 2023



# CAPÍTULO XXIV

## ORIENTAÇÕES PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO TURÍSTICA: CASO DO POLO SERRANO (RN/BRASIL)

GUIDELINES FOR MAINTENANCE OF THE TOURIST ORIENTATION SIGNALING SYSTEM: CASE OF POLO SERRANO (RN/BRAZIL)

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-24

Emanoel Silva de Amorim <sup>1</sup>  
Ana Maria Batista Farias <sup>1</sup>  
Diogo Cavalcanti Oliveira <sup>1</sup>  
Girândia de Moraes Sampaio <sup>1</sup>  
Hugo Leonardo França Silva <sup>1</sup>  
José Allef Ferreira Dantas <sup>1</sup>  
Kássia Benevides Martins Gomes <sup>1</sup>  
Paula dos Santos Cunha Boumann <sup>1</sup>  
Thiago Araújo de Menezes <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Pernambuco – UPE; Escola Politécnica de Pernambuco – POLI; Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - PEC; POLITECH — Tecnologia e Gestão da Construção de Edifícios;

### RESUMO

A manutenção das placas de sinalização de orientação turística (SOT) é um tema cuja importância tem crescido no setor da área de transportes, superando, gradualmente, a cultura de se pensar o processo de construção limitado até o momento quando a benfeitoria é entregue e entra em uso. Por esse motivo, o presente trabalho tem objetivo de apresentar as etapas metodológicas e resultados obtidos no processo de elaboração Plano de manutenção do projeto de sinalização de orientação turística do Polo Turístico Serrano, situado no estado do Rio Grande do Norte, realizado durante o período de setembro/2015 a junho/2016. Como resultada todas as peças técnicas do plano de manutenção do Polo Turístico Serrano (RN/Brasil).

**Palavras-Chave:** Mobilidade Urbana, Sinalização Turística, Plano de Manutenção.

### ABSTRACT

The maintenance of tourist orientation signs (SOT) is a topic whose importance has grown in the transport sector, gradually overcoming the culture of thinking about the limited construction process until the moment when the improvement is delivered and enters in use. For this reason, the present work aims to present the methodological stages and results obtained in the process of elaborating the maintenance plan of the tourist orientation signage project of the Serrano Tourist Center, located in the state of Rio Grande do Norte, carried out during the period of September/2015 to June/2016. As a result, all technical parts of the maintenance plan of the Polo Turístico Serrano (RN/Brazil).

**Keywords:** Urban Mobility, Tourist Signs, Maintenance Plan.



## 1. INTRODUÇÃO

A manutenção das placas de sinalização de orientação turística (SOT) é um tema cuja importância tem crescido no setor da área de transportes, superando, gradualmente, a cultura de se pensar o processo de construção limitado até o momento quando a benfeitoria é entregue e entra em uso.

As placas de SOT são o suporte físico para a realização direta ou indireta da promoção do valor turístico dos atrativos nas cidades. Todavia, as placas de SOT apresentam uma característica que as diferencia de outros produtos: elas são construídas para atender seus usuários durante muitos anos, e ao longo deste tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso que alteram suas propriedades técnicas iniciais.

É inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental considerar as placas de SOT como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas quando seu desempenho atinge níveis inferiores ao exigido pelos seus usuários. Isto exige que se tenha em conta a manutenção das placas existentes, e mesmo as novas placas implantadas, tão logo colocadas em uso, agregam-se ao estoque do sistema de SOT a ser mantido em condições adequadas para atender as exigências dos seus usuários.

Economicamente relevante aos custos da administração pública, a manutenção não pode ser feita de modo improvisado e casual. Ela deve ser entendida como um serviço técnico, cuja responsabilidade exige capacitação apurada. Para se atingir maior eficiência na gestão do patrimônio público, é necessária uma abordagem fundamentada em procedimentos organizados em um sistema de manutenção, segundo uma lógica de controle de custos e maximização da satisfação dos usuários com as condições oferecidas pelo sistema de SOT.

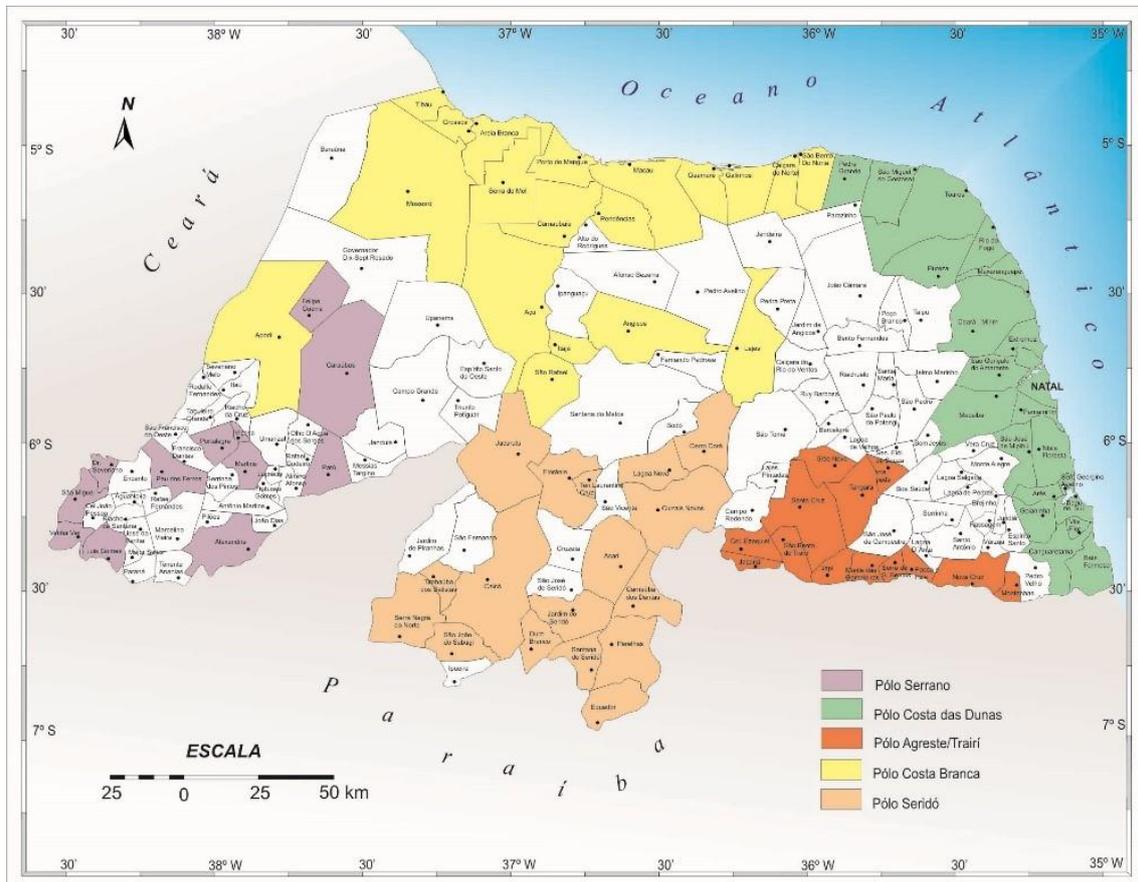
Contudo, existe uma escassez de informações técnicas que apresentem as diretrizes metodológicas sobre o assunto. Dito isso, o presente trabalho tem objetivo de apresentar os principais conceitos, normativos e diretrizes técnicas que nortearam o processo de elaboração do plano de manutenção da sinalização de orientação turística do Polo Serrano, situado no estado do Rio Grande do Norte, realizado durante o período de setembro/2015 a junho/2016.



## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O Polo Serrano localiza-se em um trecho do sertão nordestino o qual se destaca pelos belos cenários em virtude de suas serras, formações rochosas e trilhas. Além das festas populares que ocorrem no polo, como festejos juninos e religiosos, as cidades se destacam pela gastronomia, possibilidade de realização de atividades de aventura, bem como contemplação paisagística. Dentre os municípios que compõem o polo, encontram-se: Alexandria, Apodi, Caraúbas, Doutor Severiano, Frutuoso Gomes, José da Penha, Luís Gomes, Lucrécia, Martins, Major Sales, Patu, Pau dos Ferros, Portalegre, São Miguel, Serrinha dos Pintos, Riacho da Cruz, Venha Ver, Viçosa, (conforme apresentado na Figura 1).

Figura 1 – Regiões Turísticas no Rio Grande do Norte, identificadas pelo Ministério do Turismo



Fonte: MTUR, Mapa da Regionalização do Turismo (2006).

## 3. CONCEITOS E DEFINIÇÃO

O plano de manutenção da SOT tem a finalidade de subsidiar o prolongamento e durabilidade das placas de sinalização, através da especificação das atividades que

devem ser periodicamente realizadas, a fim de que não haja eventuais obstruções visuais ocasionando indecisões nos usuários. Esse conjunto de informações técnicas deve ser refinando e detalhando em ações de Inspeção e correção, Limpeza e/ou Reparos em Campo.

Como ainda não existe um normativo específico que trate das definições relacionadas ao tema, para os efeitos do Plano de Manutenção da SOT do Polo Serrano aplicou-se uma adaptação das definições apresentadas na NBR 5674 - Manutenção de edificações -Procedimento (ABNT, 2012), sendo elas:

**DESEMPENHO:** Capacidade de atendimento das necessidades dos usuários (pedestres ou motorizados).

**SISTEMA DE SINALIZAÇÃO TURÍSTICA:** Produto constituído pelo conjunto de elementos definidos e integrados em conformidade com os princípios e técnicas da Engenharia e da Arquitetura para, ao integrar a urbanização, desempenhar funções ambientais em níveis adequados.

**INSPEÇÃO:** Avaliação do estado da sinalização e de suas partes constituintes, realizada para orientar as atividades de manutenção.

**MANUAL DE OPERAÇÃO, USO E MANUTENÇÃO:** Documento que reúne apropriadamente todas as informações necessárias para orientar as atividades de operação, uso e manutenção das Placas.

**MANUTENÇÃO:** Conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da sinalização e de suas partes constituintes de atender as necessidades e segurança dos seus usuários.

**NECESSIDADES DOS USUÁRIOS:** Exigências de segurança, saúde, conforto, adequação ao uso e economia cujo atendimento é condição para realização das atividades previstas no projeto.

**PLANEJAMENTO (dos serviços de manutenção):** Elaboração de uma previsão detalhada dos métodos de trabalho, ferramentas e equipamentos necessários, condições especiais de acesso, cronograma de realização e duração dos serviços de manutenção.

**PROGRAMAÇÃO (dos serviços de manutenção):** Elaboração de um cronograma para a realização dos serviços de manutenção.

**PROJETO:** Descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais.

**SERVIÇO DE MANUTENÇÃO:** Intervenção realizada sobre a sinalização e suas partes constituintes, com a finalidade de conservar ou recuperar a sua capacidade funcional.

**SISTEMA DE MANUTENÇÃO:** Conjunto de procedimentos organizado para gerenciar os serviços de manutenção.



USUÁRIO: Pessoa física (pedestre ou motorizada), que desfruta do conteúdo do sistema de sinalização turística.

VIDA ÚTIL: Intervalo de tempo ao longo do qual a sinalização e suas partes constituintes atendem aos requisitos funcionais para os quais foram projetadas, obedecidos os planos de operação, uso e manutenção previstos. NBR 5674 (ABNT, 2012, p. 2)

## 4. NORMATIVOS

Referente ao tema, observa-se que existem algumas poucas diretrizes estabelecidas no Guia Brasileiro de Sinalização Turística da EMPETUR, IPHAN, DENATRAN de 2001, no Manual de Sinalização Rodoviária do DNIT de 2010, no Código de Transito Brasileiro (Lei 9503 de 23 de setembro de 1997), no Manual Brasileiro de Sinalização de Transito, volume III – Sinalização Vertical de Indicação. Além disso, é importante citar a existências de alguns normas Normas Brasileiras da ABNT pertinentes ao projeto de sinalização, sendo elas:

Figura 2 – Relação de normas técnicas ABNT aplicáveis ao projeto de sinalização

RELAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS ABNT	
NBR 13275:2006	Sinalização vertical viária – Chapas planas de poliéster reforçado com fibra de vidro, para confecção de placas de sinalização – Requisitos e métodos de ensaio.
NBR 14644:2007	Sinalização vertical viária – Película – Requisitos.
NBR 14890:2002	Sinalização vertical viária – Suportes metálicos em aço para placas – Requisitos.
NBR 14891:3, 3	Sinalização viária – Placas.
NBR 14962:2003	Sinalização vertical viária – Suportes metálicos em aço para placas – Projeto e implantação
NBR 15591:2008	Sinalização vertical viária – Estrutura e fixação de placas em poliéster reforçado com fibras.
NBR 15649:2008	Sinalização vertical viária – Chapas melamínico-fenolicas de alta pressão para confecção de placas de sinalização – Requisitos e métodos de ensaio.
NBR 14428:1999	Dispositivo de sinalização viária – Pórticos e semiporticos de sinalização verticais zincado – Princípios para projeto.
NBR 14429:1999	Dispositivo de sinalização viária – Pórticos e semiporticos de sinalização vertical zincados por imersão a quente – Requisitos.
NBR 11904:2005	Placas de aço zincado para sinalização viária.
NBR 6123:1990	Forças devidas ao vento em edificações – Procedimentos – ref. norma 14.428.
NBR 8800:2008	Projeto e execução de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.

Fonte: Autor.

## 5. NORMATIVOS

A inexistência de normativo específico que trate das diretrizes técnicas relacionadas ao tema, para os efeitos do Plano de Manutenção da SOT do Polo Serrano

aplicou-se uma adaptação da NBR 5674 - Manutenção de edificações -Procedimento (ABNT, 2012), sendo elas:

#### Escopo da manutenção de placas

A manutenção do sistema de sinalização turística visa preservar ou recuperar as condições ambientais adequadas ao uso previsto em projeto.

A manutenção do sistema de sinalização turística inclui todos os serviços realizados para prevenir ou corrigir a perda de desempenho decorrente da deterioração dos seus componentes, ou de atualizações nas necessidades dos seus usuários.

A manutenção do sistema de sinalização turística não inclui serviços realizados para alterar o conteúdo projetado.

#### Planejamento dos serviços de manutenção

Todos os serviços de manutenção devem ser definidos em planos de curto, médio e longo prazos, de maneira a:

- a) coordenar os serviços de manutenção para reduzir a necessidade de sucessivas intervenções;
- b) minimizar a interferência dos serviços de manutenção no uso da sinalização e a interferência dos usuários sobre a execução dos serviços de manutenção;
- c) otimizar o aproveitamento de recursos humanos, financeiros e equipamentos.

#### Orçamentação dos serviços de manutenção

Os orçamentos dos serviços de manutenção devem ser discriminados de acordo com a estrutura de documentação e registro utilizada, de modo a facilitar a apropriação dos custos realizados, o controle da execução dos serviços e a avaliação da eficiência do sistema de manutenção.

#### Controle da execução dos serviços de manutenção

A execução dos serviços de manutenção de placas exige responsabilidade técnica de empresa ou profissional habilitado e obediência às normas de segurança do trabalho.

Durante a realização dos serviços de manutenção todos os sistemas de segurança devem permanecer em funcionamento.

É de responsabilidade do executante dos serviços de manutenção providenciar:

- a) dispositivos especiais que garantam condições necessárias à realização com segurança dos serviços de manutenção, de acordo com as normas;
- b) dispositivos que protejam os usuários (pedestres ou motorizados) de eventuais danos ou prejuízos decorrentes da execução dos serviços de manutenção;
- c) delimitações, informações e sinalização de advertência aos usuários sobre eventuais riscos.

Os serviços de manutenção devem ser organizados de maneira a permitir o controle de qualidade tal como planejado, condicionando-se a execução de uma nova etapa à aprovação da etapa anterior.

Toda a documentação dos serviços de manutenção executados deve ser guardada em anexo ao manual de operação, uso e manutenção das placas.

Quando os serviços de manutenção resultarem em mudança de características da sinalização, as especificações, os respectivos projetos e o manual de operação, uso e manutenção das placas devem ser atualizados.

#### Gestão da qualidade do sistema de manutenção

O sistema de manutenção deve possuir uma estrutura interna de gestão da qualidade, tendo por atribuição:

- a) elaborar ou compilar normas e procedimentos para o sistema de manutenção, incluindo documentação técnica para a execução dos serviços de manutenção;
- b) supervisionar a qualidade das atividades desenvolvidas no sistema de manutenção, incluindo as etapas de documentação e registro, coleta de informações, previsão orçamentária, planejamento, projeto e programação, orçamentação, contratação de serviços de terceiros e controle da execução;
- c) avaliar continuamente a eficiência do sistema de manutenção, considerando aspectos como:
- tempo médio de resposta às solicitações dos usuários e intervenções de emergência;
  - relação entre custo e tempo estimados e efetivamente realizados;
  - taxa de sucesso das intervenções, medida pela incidência de retrabalho necessário;
  - satisfação dos usuários, medida por meio de pesquisas de opinião;
  - desempenho econômico do sistema;
- d) acompanhar a variação do valor da sinalização ao longo de sua vida útil, em função do resultado do sistema de manutenção.
- NBR 5674 (ABNT, 2012, p. 3-6)

## 6. EQUÍVOCOS, DANOS E FALHAS

Segundo o Guia Brasileiro de Sinalização Turística da EMPETUR, IPHAN, DENATRAN (2001), frequentemente são observados equívocos nos sistemas de sinalização de orientação turística. Abaixo são citados alguns equívocos, as causas destes e as ações mitigadoras para sanar esses erros.

Tabela 01: Problemáticas envolvendo a implantação da sinalização turística

Equívocos	Causas	Ações Mitigadoras ou Formas de Prevenção
Seleção de topônimos que não constituem um sistema referencial abrangente e representativo, deixando de proporcionar, por isso, o pleno atendimento às necessidades de deslocamentos dos usuários. <i>Fonte: GBST (2001)</i>	Erro projetual	Recomenda-se que ao desenvolver um Projeto de Sinalização Turística tenha pelo conhecimento do perímetro de intervenção, para isso deve ser feito estudos com identificar e conhecer a área, como também, e analisar, avaliar e diagnosticar possíveis conflitos. Somente com base nesses estudos preliminares é que o projetista possuirá plena capacidade de desenvolver uma proposta de intervenção respeitando os critérios estabelecidos pelo GBST, assim como, todos os normativos ligados ao assunto.
Falta de continuidade nas mensagens utilizadas, com interrupção da informação, dificultando ao usuário atingir seu destino. <i>Fonte: GBST (2001)</i>	Erro projetual	
Placas com diferentes critérios de diagramação, nas mais variadas formas, sem padrão de ordenação das informações e mensagens. <i>Fonte: GBST (2001)</i>	Erro projetual	
Trajetos selecionados inadequados aos deslocamentos. <i>Fonte: GBST (2001)</i>	Erro projetual	
Placas instaladas em locais que comprometem a visualização ou a segurança, além de trazer conflito	Erro projetual	

Equívocos	Causas	Ações Mitigadoras ou Formas de Prevenção
com o bem histórico. <i>Fonte: GBST (2001)</i>		
Placas confeccionadas em materiais inadequados. <i>Fonte: GBST (2001)</i>	Erro projetual	
Utilização de formatos e tamanhos de letras e algarismos que não proporcionam legibilidade. <i>Fonte: GBST (2001)</i>	Erro projetual	Recomenda-se que ao desenvolver um Projeto de Sinalização Turística, o projetista deverá seguir fielmente o GBST, assim como, todos os normativos ligados ao assunto.
Falta de manutenção. <i>Fonte: Autor (2017)</i>	Gestão Pública Ineficiente	Recomenda-se que todo o Projeto de Sinalização Turística seja acompanhado com um Plano de Manutenção, o qual irá descrever a periodicidade das vistorias e os elementos a serem analisados, como: visibilidade, limpeza e danos. As ocorrências registradas serão parte de relatórios que irá balizar as futuras tomadas de decisões mitigadoras por parte da Administração Pública.
Vandalismo. <i>Fonte: Autor (2017)</i>	Gestão Pública Ineficiente	O desafio de combater o vandalismo deve ser estudado profundamente pela administração pública. Em tese não existem soluções únicas ou específicas. Deverá haver um estudo socioambiental sobre moradores, ações de educação patrimonial e ambiental, assim como, a parceria com os entes da segurança pública.
Erros de ortografia e/ou traduções. <i>Fonte: Autor (2017)</i>	Erro projetual	Recomenda-se que na equipe multidisciplinar de elaboração do projeto possua tradutores juramentados, os quais são habilitados para fazer traduções oficiais.

Fonte: IPHAN (2013), adaptado pelo Autor, 2017.

## 7. PEÇAS TÉCNICAS

O Plano de Manutenção da SOT do Polo Serrano apresenta um conjunto de ações de Inspeção e correção, Limpeza e/ou Reparos em Campo, as quais foram compiladas em 2 (dois) ferramentas, sendo o ANEXO I - Fichas de Inspeção, vistoria e análises e o ANEXO II - Fichas de Controle de Execução dos Serviços de Manutenção Corretivas.

## 8. CONCLUSÃO

A manutenção das placas de sinalização de orientação turística (SOT) é um tema cuja importância tem crescido no setor da área de transportes, superando, gradualmente, a cultura de se pensar o processo de construção limitado até o momento quando a benfeitoria é entregue e entra em uso.

As placas de SOT são o suporte físico para a realização direta ou indireta da promoção do valor turístico dos atrativos nas cidades. Todavia, as placas de SOT apresentam uma característica que as diferencia de outros produtos: elas são

construídas para atender seus usuários durante muitos anos, e ao longo deste tempo de serviço devem apresentar condições adequadas ao uso que se destinam, resistindo aos agentes ambientais e de uso que alteram suas propriedades técnicas iniciais.

É inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental considerar as placas de SOT como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas quando seu desempenho atinge níveis inferiores ao exigido pelos seus usuários. Isto exige que se tenha em conta a manutenção das placas existentes, e mesmo as novas placas implantadas, tão logo colocadas em uso, agregam-se ao estoque do sistema de SOT a ser mantido em condições adequadas para atender as exigências dos seus usuários.

Economicamente relevante aos custos da administração pública, a manutenção não pode ser feita de modo improvisado e casual. Ela deve ser entendida como um serviço técnico, cuja responsabilidade exige capacitação apurada. Para se atingir maior eficiência na gestão do patrimônio público, é necessária uma abordagem fundamentada em procedimentos organizados em um sistema de manutenção, segundo uma lógica de controle de custos e maximização da satisfação dos usuários com as condições oferecidas pelo sistema de SOT.

Dito isso, o presente trabalho tem objetivo de apresentar as etapas metodológicas e resultados obtidos no processo de elaboração do plano de manutenção do projeto de sinalização de orientação turística do Polo Serrano, situado no estado do Rio Grande do Norte, realizado durante o período de setembro/2015 a junho/2016.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, E. S.; SAMPAIO, G. M.; SILVA, H. L. F. Avaliação dos níveis de acessibilidade em vias públicas. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**. v. 15, n. 2, p. 54–60, 2022. DOI: 10.24979/ambiente.v15i2.1126. Disponível em: <https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/1126>. Acesso em: 3 jan. 2023.
- BRASIL. EMBRATUR - Instituto Brasileiro de Turismo. DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito. IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Guia Brasileiro de Sinalização Turística**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2001.
- NBR 5674 - Manutenção de edificações -Procedimento (ABNT, 2012)
- RODRIGUES, A. P.; AMORIM, E. S. Conceitos, argumentos, estratégias, métodos, técnicas e problemáticas envolvendo a implantação da sinalização de orientação turística



em sítios históricos. **Revista Hospitalidade**. v. 15, n. 1, p. 180–197, 2018. Doi: <https://doi.org/10.21714/2179-9164.2018v15n1.805>

SECRETARIA DE TURISMO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – SETUR/RN.  
**Projeto Executivo de Sinalização Turística para os Polos Turísticos do Rio Grande do Norte -Serrano e Agreste/Trairi**. Autoria: Consórcio ATP/PREMIER.  
 Natal: SETUR-RN, 2016.

## ANEXO I - FICHAS DE INSPEÇÃO, VISTORIA E ANÁLISE (PARTE 01/03)

### PLANO DE MANUTENÇÃO DAS PLACAS

#### ANEXO I - Fichas de Inspeção, vistoria e Análises

#### 1.0 Dados Gerais

Polo: \_\_\_\_\_ Município: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_

#### 2.0 Responsável Técnico

Nome: \_\_\_\_\_ CAU/CREA: \_\_\_\_\_

#### 3.0 Plano de Inspeções

ITEM	REFERÊNCIA	Período				
		SEMANAL	MENSAL	SEMESTRAL	ANUAL	APOS DATAS COMEMORATIVAS
<b>1.0</b>	<b>Visibilidade</b>					
1.1	Verificar se existem vegetações atrapalhando a visibilidade			x		
1.2	Verificar se existem placas publicitárias atrapalhando a visibilidade			x		
1.3	Verificar se existem mobiliários urbanos atrapalhando a visibilidade			x		
1.4	Verificar se existem materiais de construção atrapalhando a visibilidade			x		
<b>2.0</b>	<b>Limpeza</b>					
2.1	Verificar se as placas estão limpas e legíveis			x		
<b>3.0</b>	<b>Danos</b>					
3.1	Verificar se houve perda das películas de impressão			x		
3.1	Verificar se houve perda das películas em Braille			x		
3.2	Verificar se existe corrosão aparente nos suportes e componentes			x		
3.3	Verificar se houve ações de vandalismo					x
3.4	Verificar se houve outras ações relativas as intemperes climáticas			x		

Fonte: Autores

## ANEXO I - FICHAS DE INSPEÇÃO, VISTORIA E ANÁLISE (PARTE 02/03)

### PLANO DE MANUTENÇÃO DAS PLACAS ANEXO I - Fichas de Inspeção, vistoria e Análises

#### 3.0 Ocorrências

Informar detalhadamente as ocorrências encontradas na vistoria, localizando-as e quantificando o grau de deterioração (alto, médio e baixo), indicar necessidade de manutenção corretiva.

ITEM	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO
<b>1.0</b>	<b>Visibilidade</b>	
1.1	Verificar se existem vegetações atrapalhando a visibilidade	
1.2	Verificar se existem placas publicitárias atrapalhando a visibilidade	
1.3	Verificar se existem mobiliários urbanos atrapalhando a visibilidade	
1.4	Verificar se existem materiais de construção atrapalhando a visibilidade	
<b>2.0</b>	<b>Limpeza</b>	
2.1	Verificar se as placas estão limpas e legíveis	
<b>3.0</b>	<b>Danos</b>	
3.1	Verificar se houve perda das películas de impressão	
3.1	Verificar se houve perda das películas em Braille	
3.2	Verificar se existe corrosão aparente nos suportes e componentes	
3.3	Verificar se houve ações de vandalismo	
3.4	Verificar se houve outras ações relativas as intemperes climáticas	

#### 4.0 RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Indicar através de fotografias as consistencias levantadas em campo



Descrição



Descrição

Fonte: Autores

## ANEXO I - FICHAS DE INSPEÇÃO, VISTORIA E ANÁLISE (PARTE 02/03)

### PLANO DE MANUTENÇÃO DAS PLACAS ANEXO I - Fichas de Inspeção, vistoria e Análises

#### 5.0 LAUDO E ANÁLISES

---

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
Carimbo e Assinatura do Responsável Técnico

Fonte: Autores

## ANEXO II - FICHAS DE CONTROLE DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO CORRETIVAS

### PLANO DE MANUTENÇÃO DAS PLACAS ANEXO II - Fichas de Controle de Execução dos Serviços de Manutenção Corretivas

#### 1.0 Dados Gerais

Polo: \_\_\_\_\_ Município: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_

#### 2.0 Responsável Técnico

Nome: \_\_\_\_\_ CAU/CREA: \_\_\_\_\_

#### 3.0 Histórico

Data	Atividades Executadas	Profissional	Valor	Carimbo Construtora

\_\_\_\_\_  
Carimbo e Assinatura do Responsável Técnico

Fonte: Autores



# CAPÍTULO XXV

## OS CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS DO MÓDULO IV DA FLORESTA ESTADUAL FLOTA - AP SOBRE OS MUNICÍPIOS DE CALÇOENE E OIAPOQUE – AMAPÁ, BRASIL

THE SOCIAL AND ENVIRONMENTAL CONFLICTS OF MODULE IV OF THE STATE FOREST FLOTA - AP ON THE MUNICIPALITIES OF CALÇOENE AND OIAPOQUE – AMAPÁ, BRAZIL

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-25

Jorgeana Barros Barata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Especialização em Geoprocessamento e Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA. Graduada em Engenharia Ambiental. Faculdade Anhanguera - Macapá/AP.

### RESUMO

A Floresta Estadual do Amapá (FLOTA) foi criada em 2006, com a finalidade de preservar áreas naturais florestais, como também para garantir o direito dos povos tradicionais que habitam a região. Entretanto, a incidência do Módulo IV sobre os municípios de Oiapoque e Calçoene tem evidenciado tensões e conflitos socioambientais em decorrência dos interesses, individuais ou coletivos, dos diversos atores sociais que estão envolvidos com o território em questão. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo contextualizar e compreender o seu histórico de criação e os conflitos advindos de sua implementação, oportunidades e ameaças à sua existência futura. Foi elaborada pesquisa bibliográfica, que inclui o Plano de Manejo da FLOTA/AP, o Plano Anual de Outorga Florestal – PAOF e o Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá. Os resultados indicaram que o módulo IV enfrenta problemas devido ao seu caráter de Uso Sustentável, o que tem gerado conflitos de ordem socioambiental, inclusive com a ilegalidade de atividades, como garimpo e madeireiras. São apontadas, a partir do estudo, algumas propostas de melhoria na governança da FLOTA, entre elas, o Plano de Manejo Florestal deve ser periodicamente revisado e ajustado à medida que a situação muda, maior articulação entre os órgãos de governo, maior participação da sociedade civil na gestão da UC (Unidade de Conservação), fortalecimento das políticas de educação ambiental e o estudo antropológico agregado a regularização fundiária.

**Palavras-Chave:** Regularização Fundiária. Desenvolvimento Sustentável. Legislação Ambiental.

### ABSTRACT

The State Forest of Amapá (FLOTA) was created in 2006 with the aim of preserving natural forest areas, as well as guaranteeing the rights of the traditional peoples who inhabit the region. However, the impact of Module IV on the municipalities of Oiapoque and Calçoene has shown socio-environmental tensions and conflicts as a result of the interests, individual or collective, of the various social actors that are involved with the territory in question. In this context, this work aims to contextualize and understand its creation history and the conflicts arising from its implementation, opportunities and threats to its future existence. A bibliographical research was carried out, which includes the FLOTA/AP Management Plan, the Annual Forest Grant Plan – PAOF, and the Atlas of Conservation Units in the State of Amapá. The results indicated that module IV faces problems due to its Sustainable Use character, which has generated socio-environmental conflicts, including the illegality of activities, such as mining and logging. Based on the study, some proposals for improving the governance of the FLOTA are pointed out, among them, the Forest Management Plan must be periodically reviewed and adjusted as the situation changes, greater articulation between the government bodies, the participation of society civil society in the management of the CU, strengthening of environmental education policies and the anthropological study added to land regularization.

**Keywords:** Land Regularization, Sustainable Development, Environmental legislation.



## 1. INTRODUÇÃO

O bioma amazônico abrange mais de 9 países, dos quais 60 por cento estão no norte do Brasil, cobrindo mais de 4 milhões de km<sup>2</sup> e, possivelmente, abrigam a maior diversidade biológica do mundo. Suas vastas florestas influenciam significativamente os climas regionais e globais e confiscam cerca de 70 bilhões de toneladas de carbono (Marengo & Espinoza, 2016). Na Amazônia brasileira, as florestas públicas foram criadas para combinar o uso sustentável dos recursos naturais, com a conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano.

Com uma área de 142.470,762 km<sup>2</sup> o Amapá possui 92% da sua cobertura florestal preservada, onde quase 70% estão sob forma de proteções especiais à biodiversidade, possuindo 19 unidades de conservação: doze federais, cinco estaduais e duas municipais (IEF, 2014). Visando ordenar o processo de ocupação e garantir as condições de implementação de sua política florestal, o estado do Amapá promulgou a Lei n.º1.028, de 12 de julho de 2006, criando a Floresta Estadual do Amapá, a segunda maior unidade de conservação, abrangendo uma área descontínua estimada em 23.694,0 Km<sup>2</sup> e engloba parte de 10 municípios do Estado: Mazagão, Porto Grande, Pedra Branca do Amaparí, Serra do Navio, Ferreira Gomes, Tartarugalzinho, Pracuúba, Amapá, Calçoene e Oiapoque (AMAPÁ, 2006).

De acordo com a Lei supracitada, no seu Art.2º, a FLOTA/AP divide-se em quatro módulos: Módulo I: localizado na região central do estado, pertence aos municípios de Serra do Navio e Pedra Branca do Amaparí; Módulo II: localizado no centro-sul do Estado distribuindo-se principalmente pelos municípios de Mazagão, Porto Grande e Pedra Branca do Amaparí; Módulo III: se estende da região central do estado em direção ao norte e pertence aos municípios de Pedra Branca do Amaparí, Porto Grande, Ferreira Gomes, Tartarugalzinho, Pracuúba, Amapá e Calçoene; e o Módulo IV: localizado ao norte do estado nos municípios de Oiapoque e Calçoene (AMAPÁ, 2006), sendo a base de estudo, que buscará evidenciar a sobreposição .

A FLOTA-AP foi promovida pelo Governo Estadual do Amapá como parte de um projeto de conservação da região. A área foi selecionada devido a sua biodiversidade incomparável, que abrange habitats aquáticos e terrestres ao longo de sua extensão. A criação da Unidade de Conservação (UC), pretende estabelecer um sistema de manejo



para preservar os recursos naturais da área, assim como garantir o usufruto dos serviços ambientais proporcionados pela Floresta Estadual.

Dentre os conflitos ambientais levantados com a implementação desta UC, encontram-se a divisão de terras, o desmatamento e a pressão turística. Por um lado, a divisão de terras se deu principalmente pela exploração de madeira, que gerou um aumento significativo da deflorestação. Por outro lado, tem sido intensificada a pressão para a definição de áreas de uso específico, para a concessão de direitos de uso e para a regularização fundiária.

Outro conflito socioambiental emergente, é o desmatamento em larga escala da Floresta Estadual do Amapá, resultado da ocupação irregular ou da extração de madeira. O desmatamento aumenta a pressão sobre os ecossistemas da FLOTA/AP, especialmente aqueles que são extremamente vulneráveis, como as florestas de terra firme e as florestas de várzea. Além disso, a extração ilegal de madeira ameaça a biodiversidade da FLOTA/AP e causa danos às comunidades locais, que dependem diretamente da floresta para sua subsistência

Assim, com a criação desta UC, as comunidades do entorno deparam-se com a dicotomia da preservação e desenvolvimento. Dentro deste contexto, este artigo pretende discutir o papel do módulo IV da Floresta Estadual do Amapá - FLOTA-AP, apresentar o seu histórico de criação e os conflitos advindos de sua implementação, oportunidades e ameaças à sua existência futura.

Para o estudo do módulo IV da FLOTA / AP, metodologicamente, deu-se ênfase à análise documental da lei Estadual nº 1.028/2006, assim como outros instrumentos legais e documentos técnicos e legais foram consultados para dar suporte na contextualização do trabalho e na análise de dados, isso inclui o Plano de Manejo da UC, o Projeto Florestal do Estado do Amapá e os Relatórios relacionados à Floresta Estadual do Amapá.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. FLORESTA ESTADUAL FLOTA - AP**

#### **2.1.1. BREVE HISTÓRICO**

Até meados de 2005, o setor florestal no Estado do Amapá apresentava um cenário de grandes entraves, com a falta de garantia do suprimento de matéria-prima para



a indústria madeireira. Tal fato, estava atribuído à falta de propriedades tituladas ou com documentação de justa posse, que são exigências legais para implementação de Planos de Manejo Florestal Sustentável. Como consequência, o governo estadual, observou uma pressão do setor madeireiro em relação ao pequeno produtor rural, mais especificamente sobre os Projetos de Assentamentos, causando aumento nos índices de desmatamento, comercialização de lotes e redução na produção de alimentos (RIBEIRO COSTA et al. 2014).

Os estudos que antecederam a sua criação, identificaram florestas de alta relevância para conservação da biodiversidade e um imenso potencial madeireiro passível de utilização sustentável. Um grupo de trabalho foi instituído, envolvendo diretamente técnicos da Gerência do Projeto de Política Florestal – GPPF da Secretaria de Estado da Agricultura, Pesca, Floresta e do Abastecimento - SEAF, do Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico, por meio do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá - IEPA, e do Instituto de Terras do Amapá -TERRAP. Como resultado, foi apresentado um diagnóstico básico do cenário florestal amapaense; foram realizadas duas audiências públicas; e finalmente encaminhado o projeto de lei ordinária à Assembleia Legislativa (VERÍSSIMO et al., 1999).

A intenção da criação desta floresta surgiu com o estudo do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), em 1999, através da obra intitulada: “O setor madeireiro no Amapá: Situação atual e perspectivas para o desenvolvimento sustentável”, o qual apontou para a necessidade de planejamento do setor e da criação da floresta estadual, objetivando a produção de forma sustentável, visando à exportação e a demanda local. Desta maneira, a área foi concebida entre 2003 e 2005 pelo Amapá, a fim de dar destinação adequada às áreas arrecadadas da União, buscando desenvolver o Estado de forma sustentável, com foco no potencial do setor florestal (IEF, 2017).

Para Costa et al. (2018), inicialmente a concepção para a criação da Floresta Estadual do Amapá veio de uma estratégia do Governo do Estado do Amapá, alinhada ao contexto do Programa Nacional de Florestas – PNF, do Ministério do Meio Ambiente, criado pelo Decreto nº 3.420 de 20 de abril de 2000, que possuía, dentre as suas principais metas, a expansão da área florestal manejada, consorciada com a proteção de áreas de alto valor para conservação.



Sob esse contexto, a Floresta Estadual do Amapá – (FLOTA-AP) foi criada em 2006, em um ambiente político favorável. Proposta pelo então governador Waldez Góes (2002-2010), através do projeto de lei ordinária nº 0023/2006, sendo aprovada unanimemente pela Assembleia Legislativa (lei nº 1.028/2006), nos termos da lei nº 9.985/00 e da lei nº 11.284/2006.

Diante da pressão do setor madeireiro em relação ao pequeno produtor rural, causando aumento nos índices de desmatamento, a implantação da FLOTA propicia o ordenamento do setor madeireiro através da promoção do manejo florestal sustentável, além de aumentar o controle e o retorno social da atividade.

## **2.2. O USO SUSTENTÁVEL E O USO INSUSTENTÁVEL DA FLORESTA ESTADUAL**

### **2.2.1. O USO SUSTENTÁVEL**

Cada vez mais, reconhece-se a importância do uso sustentável, sendo definido como a exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos de forma socialmente justa e economicamente viável (BRASIL, 2022).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC define as Florestas (Nacionais e Estaduais) como áreas dotadas de cobertura florestal predominantemente nativa, instituídas com o objetivo de promover o uso múltiplo sustentável de seus recursos, de fomentar a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas, de garantir a proteção dos recursos hídricos, das belezas cênicas e dos sítios históricos e arqueológicos, além de incentivar a educação ambiental, as atividades de recreação, lazer e turismo (DRUMMOND et al., 2008).

A Floresta Estadual do Amapá se destaca entre as Unidades de Conservação de Uso Sustentável, pela publicação, por parte do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), da Cartilha do Plano de Manejo da Floresta Nacional do Amapá, o qual busca fazer a promoção de benefícios às pessoas que moram na Floresta Estadual e em seu entorno, em função do uso sustentável dos recursos naturais, bem como a conservação da fauna, da flora, dos rios e dos igarapés (KAUANO et al., 2016). Nessa perspectiva, é importante que sejam conferidos direitos fundamentais aos



povos tradicionais, sejam eles indígenas ou ribeirinhos, para que as comunidades possam ter acesso aos seus recursos de forma responsável e consciente.

A Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, citando que as UCs de uso sustentável, são áreas destinadas ao uso comunitário, sendo permitida a extração de madeira por meio do manejo florestal sustentável (AMAPÁ, 2006).

Conforme apontam Sist. et al. (2015), o manejo florestal sustentável tem como objetivo garantir o fluxo de bens e serviços e manter os processos florestais intactos, salvaguardando o conjunto de espécies funcionais que fornecem esses bens e serviços. Sendo este um dos únicos tipos de uso da terra que garante a manutenção da floresta (BRAZ & MATTOS, 2015). Desta forma, as espécies vegetais desempenham importante papel para a sobrevivência humana (ALVES et al., 2009).

Para Mata Nativa (2019), o manejo florestal sustentável “é a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não-madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços florestais”. Os recursos da região são muito variados, incluindo frutas, mel, grãos, madeira, peixes, entre outros. A utilização destes recursos é extremamente importante para o desenvolvimento da região, pois eles permitem o aumento da produção e renda das famílias locais, a melhoria da qualidade de vida e a preservação dos ecossistemas.

No entanto, a exploração dos recursos naturais em escala excessiva pode afetar não só a biodiversidade da região, mas também a saúde das populações locais. Por isso, é necessário que sejam estabelecidos limites de exploração de forma a preservar os recursos naturais. Além disso, é necessário incentivar a criação de projetos e programas que promovam a preservação.

Apesar de vários autores discutirem as diferenças entre os conceitos que definem cada um dos termos supracitados (Sist. et al, 2015; Braz e Mattos, 2015; Alves et al., 2009; Mata Nativa, 2019), não é objetivo do artigo aprofundar este debate teórico, mas ressaltar que, por estar embasado na Lei Federal nº 11.284/2006, é o aproveitamento racional e ecologicamente sustentável que deve ser incentivado, como



um meio para a concretização de um desenvolvimento sustentável, tendo em vista que não aborda apenas o desenvolvimento econômico.

### 2.2.2. USO INSUSTENTÁVEL

As **florestas degradadas na Amazônia Legal**, somaram 1.519 quilômetros quadrados em outubro de 2022, o que representa um aumento de 183% em relação a outubro de 2021, quando a degradação detectada foi de 537 quilômetros quadrados. Em outubro de 2022 a degradação foi detectada no Mato Grosso (74%), Pará (19%), Acre (2%), Amazonas (2%), Rondônia (1%), Tocantins (1%) e Maranhão (1%) (IMAZON, 2022). O uso insustentável da floresta tem sido o alerta de combate ao desmatamento ilegal, caça e pesca predatória, queimadas irregulares, entre outros. Estas ações degradam e destroem habitats, reduzem a disponibilidade de água e deterioram solos.

O estado do Amapá teve desmatamento acumulado para o ano de 2017 de 3.048,11 km<sup>2</sup>, já o desmatamento médio anual (2007-2017) foi de 43,18 km<sup>2</sup>. Para o período analisado, em 2017, o estado desmatou 2% do total da Amazônia Legal. Por outro lado, o reflorestamento entre 2007 e 2014, a partir da utilização de espécies exóticas, Eucalyptus e Pinus, passou de 67.876 há no ano de 2007, para 60.025 ha para o ano de 2014. Neste mesmo estudo, constatou-se que da área do estado, cerca de 62% corresponde à Unidades de Conservação e cerca de 8% à Terras Indígenas, ou seja, cerca de 70% do estado consiste em áreas protegidas (SUDAM, 2014). O desmatamento em larga escala da Floresta Estadual do Amapá, gera um conflito socioambiental emergente, resultado da ocupação irregular ou da extração de madeira, aumentando a pressão sobre os ecossistemas da FLOTA/AP.

A exploração ilegal de madeira no interior da FLOTA/AP, tem se tornando frequente ao longo dos anos. De acordo com os dados da Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amapá (SEMA), nas Unidades de Conservação do Estado até 2016, foram mapeados 556,09 km<sup>2</sup> de desmatamento. Deste total, a Floresta Estadual do Amapá representou o maior desmatamento em números absolutos, aproximadamente 341,55 Km<sup>2</sup>, o que equivale a cerca de 61,4% do total de desmatamento para as UCs do Estado (COSTA, 2016).

Outro processo que tem prejudicado as atividades, são os garimpos ilegais, que se tornam um dos principais conflitos na região, pois não condizem com os objetivos da

Unidade de Conservação e do Plano de Manejo, sendo, juntamente com a mineração, vetadas em várias zonas de uso. O decreto de criação da Unidade não deixa expresso a proibição da possibilidade da prática minerária, fato que foi corroborada com a definição de uma zona de mineração no Plano de Manejo da UC, permitindo a exploração autorizada por meio de portarias de lavras, emitidos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (COSTA, 2016).

Finalmente, é importante lembrar que a destruição da floresta não é simplesmente um problema ambiental. Ela também envolve questões de direitos humanos, de justiça social e de desenvolvimento econômico e também social. Portanto, o reconhecimento do fato de que a destruição da floresta na Amazônia ainda está no seu início, em termos relativos, deve servir como motivação para que busquemos soluções que contemplem esses diversos aspectos.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de fundamentar a pesquisa, o conteúdo abordado até aqui, utilizou-se de pesquisa bibliográfica, que, para Almeida (2011), pesquisa busca relações entre conceitos, características e ideias, muitas vezes unindo dois ou mais temas. Segundo Severino (2007), essa modalidade de pesquisa se caracteriza a partir do registro disponível, que decorre de pesquisas já realizadas, em livros, artigos, teses e documentos impressos dos últimos dezessete anos.

#### 3.1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

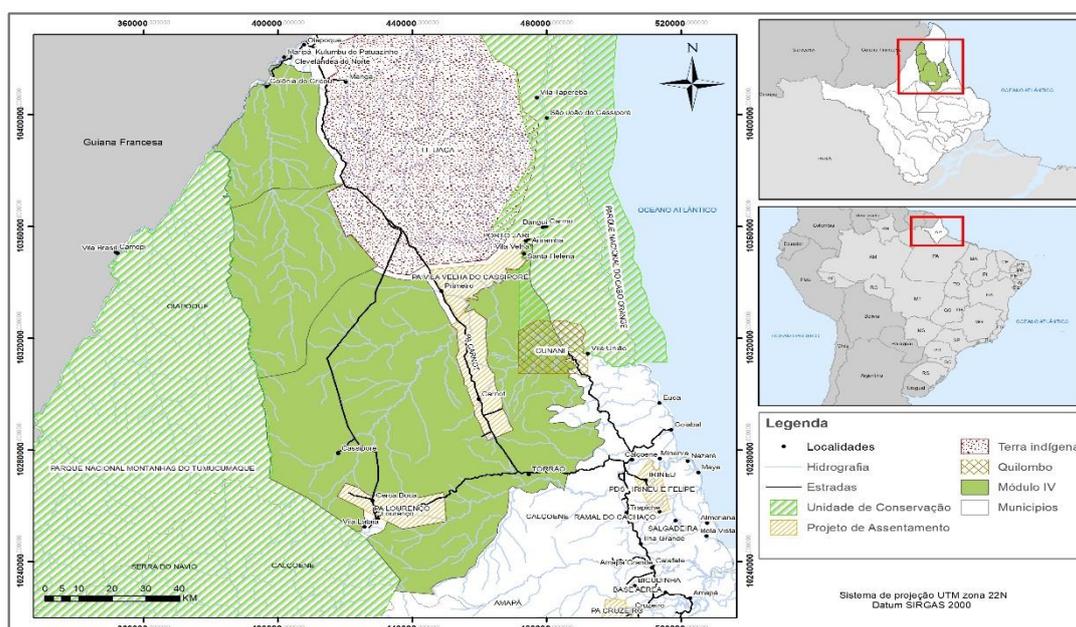
Como fonte de informação, as pesquisas bibliográficas foram realizadas a partir de levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas por meios escritos e eletrônicos. Inicialmente por meio de levantamentos na base disponível de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e posteriormente, incluiu-se nessa linha de pesquisas as base de dados das plataformas do MMA (Ministério do Meio Ambiente), SEMA (Secretaria Estadual de Meio Ambiente), IEF (Instituto Estadual de Florestas do Amapá) e o Google Acadêmico, para busca de mais artigos acadêmico-científicos.



### 3.2. ÁREA DE ESTUDO

A área da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA/AP) é dividida em 4 módulos, abrangendo cerca de 2.369.400 ha de área geograficamente descontínua. O estudo foi desenvolvido no Módulo IV da FLOTA/AP e entorno, localizando-se na porção Norte do Estado, abrangendo os municípios de Calçoene e Oiapoque, se estendendo entre as coordenadas 02°24'32" e 04°01'12" de latitude e 51°38'59" e 52°00'04" de longitude, sendo delimitada por duas bacias hidrográficas, ao norte pela bacia de Oiapoque e ao sul pela bacia de Calçoene Figura 1 (DE OLIVEIRA, 2015).

Figura 1 - Localização do Módulo IV da FLOTA –AP



Fonte: IEF (2014) IBGE (2023). Elaboração da Autora (2023).

Aplicando-se o *software* de SIG, Sistema de Informação Geográfica, QGIS 3.22, bem como as bases cartográficas digitais e informações descritivas obtidas na revisão bibliográfica, delimitou-se a área de estudo dos municípios de Oiapoque e Calçoene. O mapa foi elaborado em sistema de coordenadas geográficas Datum SIRGAS 2000.

Nascimento (2012) cita com detalhes, na sua dissertação de mestrado, as potencialidades da área da FLOTA/AP, evidenciando o Módulo 04, que possui uma área de 9.739,6 km<sup>2</sup>, compreendida nos municípios de Calçoene e Oiapoque, tendo como objetivo a conservação e provisão de serviços ambientais. Isso se deve à sua proximidade com a Guiana Francesa, pois a sua localização está compreendida na Faixa de Fronteira a qual exige ocupação e uso da terra diferenciado, além de estar localizada

entre o Parque Nacional das Montanhas do Tumucumaque e a Terra Indígena Uaçá, contendo um elo de conectividade de 1.823,6 km<sup>2</sup> entre estas duas unidades.

#### 4. DISCUSSÕES

As Florestas Nacionais e Estaduais são de posse e domínio públicos. Contudo, é admitida a permanência de populações tradicionais dentro dos seus limites, em conformidade com o regulamento e com o plano de manejo. Quando criada pelo Estado, esta categoria denomina-se Floresta Estadual (DRUMMOND et al., 2008).

A Floresta Estadual do Amapá, portanto, não contempla a possibilidade de adaptação ocupacional da área, sendo permitida apenas a permanência da população tradicional existente, desde que observados os limites de uso e ocupação definidos em seu plano de manejo e na legislação pertinente. Sendo assim, é possível que a população tradicional desenvolva atividades de uso sustentável, como a agricultura e a pecuária, desde que observadas as diretrizes estabelecidas para a preservação da biodiversidade e do ambiente como um todo.

Os conflitos socioambientais mais emergentes na Floresta Estadual do Amapá, estão relacionados ao ordenamento territorial e a regularização fundiária do Estado. Esses conflitos decorrentes da ocupação irregular ou da sobreposição de áreas com os limites da FLOTA/AP, obtiveram grande destaque, principalmente após o início das atividades da implementação da Unidade em 2011 (COSTA et al., 2018).

Diante do exposto, pontua-se no presente estudo as sobreposições do Módulo IV que, de acordo com o Plano de Manejo da Floresta Estadual do Amapá (2014) no item 6.1, são assim descritas:

- Quilombo do Cunani: a Vila do Cunani foi reconhecida como remanescente de quilombo em 02/03/2005 pela Fundação Palmares. Atualmente se discute entre INCRA e o ICMBio o direito real da área, uma vez que essa porção do território também faz parte do Parque Nacional do Cabo Orange.
- Base Militar: há uma sobreposição no extremo norte da FLOTA-AP com a área da base militar de Clevelândia do Norte.
- Parque Nacional do Cabo Orange: o decreto federal nº 84.913, de 15 de julho de 1980, criou o PARNA (Parque Nacional), com o objetivo de proteção da flora e da



fauna e das belezas naturais existente. A área da FLOTA-AP possui sobreposição com o PARNA na região do Cunani.

- Parque Nacional Montanhas do Tumucumaque: o decreto sem número de 22 de agosto de 2002, cria o Parque com o objetivo de assegurar a preservação dos recursos naturais e da diversidade biológica, bem como proporcionar a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação, de recreação e turismo ecológico, trazendo o Rio Anotaié como contido em seu perímetro (margem direita), porém o Decreto da FLOTA-AP também o traz (margem esquerda).

Dentre os conflitos elencados, as sobreposições identificadas no plano de manejo que foram criadas antes da FLOTA-AP, passam por um momento de intenso debate envolvendo instituições públicas, associações comunitárias e movimentos sociais, onde salienta-se o Seminário “Terras Quilombolas e Unidades de Conservação”, promovido pela Comissão Pró-Índio de São Paulo, durante três dias, de 26 a 28 de outubro/2015, onde lideranças quilombolas do Amazonas, Amapá, Pará e Rondônia, compartilharam as dificuldades que enfrentam por viverem em territórios sobrepostos a unidades de conservação. “Às vezes a gente pensa que só a gente passa por essas dificuldades, mas com esse evento a gente vê que não”, disse Aluizio, do Quilombo Tapagem e coordenador da Associação Mãe Domingas, em Oriximiná, estado do Pará, Brasil (CPI-SP, 2015).

As decisões judiciais se tornaram importantes como um mecanismo de garantia de direitos e participação das comunidades quilombolas. Estas decisões determinam a inclusão das comunidades quilombolas nas negociações, bem como a titulação de suas terras e a efetivação dos direitos fundamentais. Além disso, elas também estabelecem que as comunidades quilombolas sejam consultadas e ouvidas sobre decisões que afetam suas vidas, territórios e direitos.

Em 2015, duas decisões judiciais atenderam aos pedidos do Ministério Público Federal -MPF. Em fevereiro, a Justiça Federal em Santarém (PA), determinou que a União, o INCRA e ICMBio concluam no prazo de dois anos a titulação das terras quilombolas do Alto Trombetas em Oriximiná. E, no mês de maio, a Justiça Federal do Oiapoque (AP), concedeu liminar determinando que Incra e ICMBio promovam a participação dos quilombolas de Cunani nos procedimentos de resolução do conflito de sobreposição, abstendo-se de adotar qualquer medida que importe em diminuição do



território quilombola ou em sua remoção/relocação. Por essa razão, na Carta do Seminário, os participantes requereram ao governo federal que implemente e não impeça a implementação de políticas públicas nessas comunidades (CPI-SP, 2015).

Cabe destacar, que as sobreposições também afetam a exploração mineral. Conforme Silva (2014), as atividades legais de mineração em Florestas Nacionais, só podem ser permitidas se estiverem contidas em seus devidos planos de manejo, além de serem aceitas apenas para lavras pré-existentes à criação da unidade.

O Amapá foi detentor de um dos maiores depósitos de mineração de manganês do planeta, explorado pela empresa ICOMI até a exaustão, de 1953 a 1997. Atualmente, somente uma empresa de mineração de ouro encontra-se em operação no Amapá, mas persistem várias frentes de atividades de garimpagem em condições de lavras clandestinas e de alto risco ambiental e social. Entre as atividades garimpeiras ativas no Amapá, a região conhecida como “Lourenço”, localizada ao Norte do Estado, remonta o século XIX e se mantém em produção ainda hoje, o que a distingue como uma das mais antigas frentes de mineração artesanal em operação no Brasil. Ao longo dos anos, o Garimpo do Lourenço ficou ilhado por um conjunto de áreas protegidas, incluindo Unidades de Conservação e Terras Indígenas ( CHAGAS, 2019). O garimpo do “Lourenço” localiza - se no município de Calçoene, sendo uns dos conflitos na regularização por sua existência antes da criação da FLOTA.

Após o levantamento de áreas oneradas pela mineração no SIGMINE (Sistema de Informação Geográfica da Mineração) da ANM (Agência Nacional de Mineração), relativo ao mês de fevereiro de 2019, dos 1.062 processos presentes no sistema, apenas 27% têm áreas consideradas fora de espaços legalmente protegidos (unidades de conservação e terras indígenas). Dos 771 processos cujas superfícies estão sobrepostas às áreas protegidas, 91% estão relacionadas com a categoria de unidade de conservação de uso sustentável.

Outro conflito de sobreposição está na regularização fundiária, que é um processo realizado pelo Estado, com ou sem a coparticipação privada ou da sociedade civil organizada, voltada a legalizar a propriedade e a posse de assentamentos irregulares, integrando-os ao contexto jurídico e à infraestrutura, por intermédio de medidas jurídicas e públicas com alcance social, econômico e ambiental (REIS & OLIVEIRA, 2017).



No que tange ao ordenamento territorial e a regularização fundiária do Estado, a última alteração nas regras de transferência ocorreu com a Lei Federal nº 14.004/2020, que tratou, por exemplo, de regras adicionais para a retirada das áreas transferidas aos estados dos títulos de terras já emitidos pela União. Nesse casos, terão prioridade nessa exclusão os títulos matriculados em cartório e que possuem memorial descritivo (IMAZON, 2021).

Outra alteração promovida por essa lei de 2020, foi que o governo federal terá um ano para fazer o georreferenciamento das áreas, que serão, então, excluídas daquelas repassadas aos estados. Se o prazo não for atendido, os estados as excluirão a partir dos limites dessas áreas constantes na base cartográfica do Incra (IMAZON, 2021). Isso significa que, com a nova lei, a transferência de dados pode ocorrer mesmo sem o georreferenciamento, desde que as informações sejam verdadeiras, confiáveis e estejam em conformidade com os princípios de proteção de dados.

Salienta-se, que no Art. 5º da Lei nº 1.028, de 12 de julho de 2006, ficam proibidas na Floresta Estadual do Amapá, quaisquer atividades em desacordo com o plano de manejo, ficando resguardado, contudo, na forma da lei, o direito legal sobre quaisquer formas de ocupação legítima já existentes na área (AMAPÁ, 2006). O Plano de Manejo da FLOTA, visa garantir o uso sustentável da Unidade de Conservação através da exploração dos recursos naturais renováveis e não renováveis, assim como proteger a biodiversidade e os demais atributos ecológicos.

Contudo, várias decisões judiciais estão sendo tomadas, entre elas o Termo de Compromisso e Ajuste de Conduta Ambiental nº 056/2017 (Ref., PA 1502 - 09.2017.9.0400001-PRODEMAG), considerando que a Floresta Estadual do Amapá (FLOTA) abrange áreas do Municípios de Oiaipoque, Amapá, Calçoene, Pracuúba, Tartarugalzinho, Porto Grande, Ferreira Gomes, Mazagão, Pedra Branca do Amapari e Serra do Navio. Assim, os representantes do Ministério Público do Estado do Amapá, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA), o Instituto do Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Estado do Amapá (IMAP) e o Instituto de Floresta Estadual (IEF), firmam o presente Termo de Compromisso e Ajuste de Conduta Ambiental, comprometendo as cláusulas e condições seguintes:

“[...] n) Determinar ao IMAP que suspenda e cancele a regularização fundiária dos imóveis irregulares inseridos, em parte ou no todo, nos limites da Floresta



Estadual do Amapá, respeitando o disposto no art. 5º da Lei 1.028/2006 e artigos 2º e 3º da Lei 10.304/2001 [...]” (PRODEMAC, 2017).

Para equacionar de forma mais apropriada a problemática dos conflitos de sobreposições na FLOTA, em toda a sua complexidade, é necessário ter sempre em mente que aquela região vive uma situação histórica que devemos classificar como sendo tipicamente de "fronteira". O que caracteriza uma situação histórica deste tipo, é a presença do conflito ou pelo menos da interação social ainda pouco elaborada, em um grau de intensidade especialmente elevado.

Segundo a SEMA(2013), o Plano Anual de Outorga Florestal do Estado do Amapá PAOF 2022-2023, para monitorar as áreas sob concessão florestal, a Secretaria de Estado do Meio Ambiente vem utilizando, como ferramenta de geoprocessamento em nuvem, a plataforma Google Earth Engine -GEE, para acesso a imagens de satélite de alta resolução do Sensor Sentinel-2, que tem aumentado a velocidade das análises e, portanto, a identificação de possíveis ilícitos ambientais que podem ocorrer nas áreas sob concessão florestal.

De acordo com INCRA (2018), atualmente, tem-se 33 processos abertos para titulação de terras quilombolas no estado do Amapá, além de oito comunidades quilombolas amapaenses tituladas, as quais são: Conceição do Macacoari, Mel da Pedreira, Rosa, São Raimundo da Pirativa, Cunani, Ambé, São Tomé do Aporema e São Pedro dos Bois (INCRA, 2021). Assim, evidencia-se a comunidade quilombola Cunani, que esteve incluída na carta pública do Seminário “Terras Quilombolas e Unidades de Conservação”, promovido pela Comissão Pró-Índio de São Paulo em 2015, solicitando a conclusão dos processos de titulação, acesso às políticas públicas e o fim das ações repressivas do ICMBio, foi regularizada no ano de 2021.

Com isso, o quilombo Cunani recebeu a titulação de seus territórios, o que significa que os membros da comunidade quilombola terão direito ao uso, aproveitamento e gozo dos mesmos, garantindo o direito à terra e ao território para os quilombolas. Além disso, a titulação assegura a defesa de sua identidade étnico-cultural, uma vez que os quilombolas terão maior segurança para preservar suas tradições.

Diante desse cenário, aponta-se soluções para equacionar esse processo, como:

- i) Realizar vistoria rural nos imóveis em processo de regularização fundiária, tendo em vista a necessidade de aferição do requisito da cultura efetiva;
- ii) Expedição, pelo Amapá



Terras, da Certidão de Reconhecimento de Posse (CRP), devendo constar as informações de localização, coordenadas dos vértices, exploração, moradia, cultivo efetivo e se a posse é mansa e pacífica; iii) Expedição do Título de Domínio pelo INCRA e AMAPÁ TERRAS, em áreas de até 1 (um) Módulo Fiscal, cujo processo esteja georreferenciado com recurso público ou particular, desde que aprovado em fiscalização, iniciado na SERFAL (Secretaria Extraordinária de Regularização Fundiária na Amazônia Legal) ou no INCRA, até a publicação da lei de transferência de terras ou que o Estado consiga cumprir as determinações da Lei n.º 10.304, de 2001, assim como os Decretos n.º 8.713, de 2016 e n.º 10.081 de 2019 (FIGUEIRA, 2021).

É apropriado destacar, que o Plano de Manejo Florestal do Estado do Amapá, elaborado em fevereiro de 2014, deve ser periodicamente revisado e ajustado à medida que a situação muda. Os dados apresentados no item “4.1 - Região da FLOTA-AP”, os residentes da Região da FLOTA-AP somam 108.729 habitantes, de acordo com Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010 (IEF, 2014), nos remetendo a dados defasados, pois, de acordo com IBGE (2021), a soma dos habitantes estimados da FLOTA é de 149.627 habitantes, com um total de 40.898 habitantes a mais desde da elaboração do Plano de Manejo da Floresta Estadual do Amapá.

Por fim, Bensusan (2014) ressalta que a questão das pessoas residentes nas Unidades de Conservação e em seu entorno é um dos grandes desafios das áreas protegidas. Entretanto, ao longo do século XX, as políticas, as definições e os instrumentos de gestão que tratam das áreas protegidas foram se transformando para criar espaço, em seu arcabouço, para as pessoas. Foram mudando o tratamento dado às populações como ameaças as UCs e que deveriam ser removidas do local, para surgir a implementação de projetos que deveriam conciliar desenvolvimento local e conservação da natureza, mesmo que de forma restrita em determinadas zonas, com específicas atividades e sob particulares condições, a serem pré-estabelecidas nos Planos de Manejo da UC.

Como soluções, há necessidade de se buscar caminhos que possam acelerar esse processo de regularização fundiária das terras da União para o Estado do Amapá. Por isso, é importante que haja um diálogo entre os órgãos responsáveis, alinhado com as



demandas da população, para que os procedimentos sejam realizados de forma ágil e transparente.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreendo que o desenvolvimento deste tema de pesquisa possibilita ampliar o debate existente sobre a propriedade da terra e uso social da terra no Amapá (como colidem com os direitos, regras e formas de uso da terra). Espero que esse estudo contribua para a conscientização dos atores envolvidos no uso, bem como para o aprimoramento de políticas públicas relacionadas à posse e uso social da terra.

Dessa forma, é necessário que haja um planejamento eficaz para gerenciar os recursos naturais, preservar os direitos dos ocupantes anteriores à FLOTA e buscar, de forma equilibrada, a harmonização entre os interesses da União, do Estado e dos ocupantes. Só assim será possível consolidar os objetivos de criação da FLOTA e aproveitar todas as potencialidades econômicas, ambientais e sociais que ela pode oferecer.

Um estudo Antropológico é essencial para identificar as comunidades e entender a forma como elas se relacionam com o meio ambiente, para que sejam incluídas nos processos de conservação. Além disso, uma readequação do Plano de Manejo dessa Unidade de Conservação, para que as comunidades fossem inseridas na gestão das áreas. A falta de diálogo e de realização de Estudo Antropológico e consulta prévia às comunidades, contribuiu para o processo de judicialização e criminalização interminável.

Outra medida importante é que após o estudo antropológico seja realizado o georreferenciamento e o geoprocessamento dos imóveis para efetivar a regularização fundiária, ainda, o fortalecimento do sistema de fiscalização para que sejam evitados desvios de uso das terras da União. Isso torna possível garantir que elas sejam usadas de forma responsável e de acordo com a Lei. Em síntese, é preciso que haja estudos para valorização da anciandade de posse e um amplo diálogo visando a conformidade entre os interesses econômicos e ambientais.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. DE S. Elaboração de **projeto, TCC, dissertação e tese**: uma **abordagem simples, prática e objetiva**. São Paulo: Atlas, 2011.



ALVES, R. R. N; NETO, N.A.L; SANTANA, G.G.M; VIEIRA, W.L.S.; ALMEIDA, W. O. **Reptiles used for medicinal and magic religious purposes**. Applied. Herpetology. vol 6: p.257-274, 2009.

AMAPÁ. Assembleia Legislativa do Estado do Amapá. Lei nº 1.028, de 12 julho de 2006. Dispõe sobre a criação e gestão da Floresta Estadual do Amapá, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado, Amapá, 2006. Disponível em: [http://www.al.ap.gov.br/ver\\_texto\\_consolidado.php?iddocumento=22004](http://www.al.ap.gov.br/ver_texto_consolidado.php?iddocumento=22004) **lei nº 1.028, de 12 de julho de 2006. Acesso em: 13 nov. 2022.**

BENSUSAN, N. Diversidade e unidade: um dilema constante. Uma breve história da ideia de conservar a natureza em áreas protegidas e seus dilemas. In: BENSUSAN, N; PRATES, A.P.(Orgs). A diversidade cabe na unidade? Áreas protegidas no Brasil. Brasília: IEB, 2014.

BRASIL, MACAPÁ. Termo de Ajuste de Conduta Ambiental – TAC 056/2017 – Promotoria de Justiça do Meio Ambiente, Conflitos Agrários, Habitação e Urbanismo – PRODEMAC. Disponível em: [https://mpap.mp.br/images/stories/prodemac/documentos/tacs/tac%200562012\\_pedro\\_barbosa\\_do\\_ros%20animais%20silvestres.pdf](https://mpap.mp.br/images/stories/prodemac/documentos/tacs/tac%200562012_pedro_barbosa_do_ros%20animais%20silvestres.pdf). Acesso em: 21 dez. 2022.

BRASIL, Vade Mecum.Vade Mecum Brasil Seu Conhecimento Começa Aqui, 2022. Disponível: <https://vademecumbrasil.com.br/palavra/uso-sustentavel>. Acesso em: 10 dez. 2022.

BRAZ, E.M., Mattos, P.P. de, 2015. **Manejo De Produção Em Florestas Naturais Da Amazônia: Mitos E Verdades**. Rev. Nativ. 3, 292–295. doi:10.14583/2318-7670.v03n04a12.

COSTA, Euryandro Ribeiro. **Conflitos socioambientais e governança em unidades de conservação: o caso da Floresta Estadual do Amapá (FLOTA/AP)** 2016. 135 f. Dissertação (Mestre em Gestão Ambiental) Universidade Federal do Pará, Núcleo de Meio Ambiente, Programa de Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia, Macapá, 2016.

COSTA, Euryandro Ribeiro, SOBRINHO, Mário VASCONCELLOS, ROCHA, Gilberto de Miranda. Conflitos socioambientais e perspectivas de governança em Unidades de Conservação: o caso da Floresta Estadual do Amapá, Amazônia, Brasil. 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br>. Acesso dia 20 dez. 2022.

COMISSÃO PRÓ-ÍNDIO DE SÃO PAULO. Quilombolas com terras sobrepostas a UCs reivindicam imediata titulação de suas terras. Entrevistas e texto: Bianca Pyl Edição: Lúcia Andrade 31 de outubro de 2015|Tags: terras quilombolas, Oriximiná, Flona Saracá-Taquera, Comissão Pró-Índio de São Paulo, Cunani, Parque Jaú, Tambor, Parque Cabo Orange, Rebio Guaporé, Santo Antônio, Rebio



Rio Trombetas. Disponível em: <https://cpisp.org.br/quilombolas-com-terras-sobrepostas-a-ucs-reivindicam-imediate-titulacao-de-suas-terras/>. Acesso dia 18 dez. 2022.

CHAGAS, M. A. – A Geopolítica do Garimpo do Lourenço, Norte do Amapá: Trajetória, Contradições e Insustentabilidade – Universidade Federal do Amapá – Macapá – Amapá – Brasil. Boletim Goiano de Geografia. 2019, v. 39: 55253. Disponível em: <https://revistas.ufg.br>. Acesso em: 28 jan. 2023.

DE OLIVEIRA, Cinthia Pereira et al. Análise da evolução das estradas no módulo IV da Flota/AP, Amapá-Brasil dos anos de 1985 a 2008. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, INPE 25 a 29 de abril de 2015, p. 6838 - 6844.

DRUMMOND. J. A.; Dias T. C. A. C.; Brito D. M. C. Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá / Texto de José Augusto Drummond; Teresa Cristina Albuquerque de Castro Dias e Daguinete Maria Chaves Brito - Macapá: MMA/IBAMA-AP; GEA/SEMA, 2008. Escala variam. Disponível em: [https://www.academia.edu/3390507/Atlas\\_das\\_Unidades\\_de\\_Conserva%C3%A7%C3%A3o\\_do\\_Estado\\_do\\_Amap%C3%A1](https://www.academia.edu/3390507/Atlas_das_Unidades_de_Conserva%C3%A7%C3%A3o_do_Estado_do_Amap%C3%A1). Acesso em: 27 dez. 2022.

FIGUEIRA, P. S. S. **O Desenvolvimento das Cadeias Produtivas na Amazônia, a partir da Experiência do Amapá**. Macapá: AVCTORIS, 2021. 624 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e estados: Amapá: IBGE, [2023]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap.html>. Acesso em: 20 fev. 2023

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Calçoene: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/calcoene/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Porto Grande: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/porto-grande/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Oiapoque: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/oiapoque/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pedra Branca do Amapari: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/pedra-branca-do-ampari/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pracuúba: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/pracuuba/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022.



- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Amapá: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/amapa/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tartarugalzinho: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/tartarugalzinho/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Serra do Navio: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/serra-do-navio/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mazagão: Panorama. 2021. Disponível em: [https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/mazagão/panorama](https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/mazagao/panorama). Acesso em: 27 dez 2022.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ferreira Gomes: Panorama. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/ferreira-gomes/panorama>. Acesso em: 27 dez 2022.
- IEF. Instituto Estadual de Florestas do Amapá - IEF. Plano de Manejo da Floresta Estadual do Amapá. Macapá, 2014. *Resumo\_Executivo\_PMFLOTA-AP.pdf*. Disponível em: <https://ief.portal.ap.gov.br/dados.php?d=739&a=453>. Acesso em: 11 dez. 2022.
- IEF. Instituto Estadual de Floresta do Amapá. Plano Anual de Outorga Florestal – PAOF. Macapá: IEF, 2017
- IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Almeida, Jeferson **Leis e práticas de regularização fundiária no Estado do Amapá** / Jeferson Almeida; Brenda Brito; Pedro Gomes. – Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2021. Disponível em: [https://amazon.org.br/wp-content/uploads/2021/03/LeisRegularizacaoFundiarria\\_Amapa.pdf](https://amazon.org.br/wp-content/uploads/2021/03/LeisRegularizacaoFundiarria_Amapa.pdf). Acesso em: 28 dez 2022.
- IMAZON- Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. AMORIM, L., Santos, B., Ferreira, R., Ribeiro, J., Dias, M., Brandão, I., Souza Jr., C., & Veríssimo, A. **Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD)** – Outubro de 2022. Belém: IMAZON, 2022. Disponível em: <https://amazon.org.br/publicacoes/sadoutubro2022/>. Acesso em: 07 dez. 2022.
- INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Brasil). [**Comunidades quilombolas**]: andamento dos processos. Brasília, DF, 27 ago. 2021b. Disponível em: [https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/processos\\_abertos.pdf](https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/processos_abertos.pdf). Acesso em: 17 dez. 2022.



- INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Brasil). **Territórios Quilombolas: processos abertos**. Brasília, DF, 20 mar. 2018a. Disponível em: [https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/processos\\_abertos.pdf](https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiaria/processos_abertos.pdf). Acesso em: 17 dez. 2022.
- INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Plano de Desenvolvimento do Assentamento Carnot. Macapá, AP: 2005. 90p.
- KAUANO, Érico Emed; PONTES, Sueli; GARCIA, Josinei. Cartilha do Plano de Manejo da Floresta Nacional do Amapá. Macapá: Conservação Internacional, 2016. 43 p. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/UC-RPPN/dcom\\_cartilha\\_Flona\\_Amapa.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/UC-RPPN/dcom_cartilha_Flona_Amapa.pdf). Acesso em: 2 dez. 2021.
- MARENGO, J.A. and Espinoza, J.C. (2016) Extreme Seasonal Droughts and Floods in Amazonia: Causes, Trends and Impacts. *International Journal of Climatology*, 36, 1033-1055.
- MATA NATIVA. O que é manejo florestal? Mata Nativa, 2019. Disponível em: <https://matanativa.com.br/manejo-florestal-sustentavel>. Acesso em: 03 dez. 2022.
- NASCIMENTO, Gabriela Dias. **Comercialização e Uso da Diversidade de Flora do Módulo 4 da Floresta Estadual do Amapá Pela Comunidade do Carnot, Calçoene, Amapá, Brasil**, 2012. Disponível em: [https://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/dissertacao\\_Gabriela.pdf](https://www2.unifap.br/ppgbio/files/2010/05/dissertacao_Gabriela.pdf). Acesso em: 21 dez. 2022.
- REIS, Émilien Vilas Boas; OLIVEIRA, Márcio Luís de. **A regularização fundiária urbana e rural: necessidade de marcos teóricos e de políticas públicas distintos**. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, v. 7, n. 2, p. 41-53, 2017. Disponível em: <https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/RBPP/article/view/4748>. Acesso em: 13 dez. 2022.
- RIBEIRO Costa, Euryandro; CIALDELLA, Nathalie; VASCONCELLOS Sobrinho, Mário. Legislação ambiental e processos participativos de criação de Unidades de Conservação: avanços e desafio-o caso da Floresta Estadual do Amapá. *Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas*. Macapá, n. 6, p. 53-68, 2014
- SEVERINO, Antônio Joaquim. *Metodologia do Trabalho Científico*. 23ª ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.
- SEMA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Amapá. **Plano Anual de Outorga Florestal do Estado do Amapá – PAOF 2022-2023**. Macapá – Amapá – Brasil.



2013. Disponível em: [https://sema.portal.ap.gov.br/busca\\_de\\_noticias](https://sema.portal.ap.gov.br/busca_de_noticias). Acesso em: 10 jan. 2023.

SIST, P., Pacheco, P., Nasi, R., Blaser, J., 2015. **IUFRO WFSE WFSE ISSUE ISSUE BRIEF BRIEF** Management of natural tropical forests for the future 32, 1–4.

SILVA Arthur C.- **Mineração e Unidades de Conservação no Amapá: Possibilidades e Riscos- Macapá.** Disponível em: <https://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/08/MINERA%C3%87%C3%83O-E-UNIDADES-DE-CONSERVA%C3%87%C3%83O-NO-AMAP%C3%81-POSSIBILIDADES-E-RISCOS.pdf>. 2014. Acesso em: 22 dez. 2022.

SUDAM. Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Brasil). Identificação dos microeixos do transporte de cargas dos estados do Amapá, Amazonas e Pará: relatório executivo. Santarém, PA: SUDAM, 2014. 164 p. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/5cffc6e89ab02c0001826c4f/t/5d1b7d162b50bb000108571e/1562082693072/Sum%C3%A1rio+Executivo+-+Microeixos1.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2022

VERÍSSIMO A., CAVALCANTE A, VIDAL E., LIMA E., PANTOJA F., BRITO M. O Setor Florestal no Amapá: Situação Atual e Perspectivas para o Desenvolvimento Sustentável. Governo do Estado do Amapá & Imazon, 1999. 44p. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/1857-2/>. Acesso em 29 dez 2022.



# CAPÍTULO XXVI

## VALORAÇÃO, AVALIAÇÃO ECONÔMICA AMBIENTAL E SUAS FACETAS: MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA INTERNACIONAL

VALUATION, ENVIRONMENTAL ECONOMIC EVALUATION AND ITS FACETS: MAPPING OF INTERNATIONAL SCIENTIFIC PRODUCTION

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-26

João José de Melo Neto <sup>1</sup>  
Isabel Lausane Fontgalland <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Engenharia e Gestão ESG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – UFCG

<sup>2</sup> Professor Efetivo do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – UFCG

### RESUMO

O presente estudo teve por objetivo analisar a produção de pesquisa internacional sobre avaliação econômica ambiental. Por meio de pesquisa bibliométrica, realizada na base científica Web of Science, e com utilização de técnicas avaliativas e relacionais, foram encontrados e analisados 544 publicações. A análise se fundamentou na construção e avaliação de mapas bibliométricos com a utilização do software VOSVIEWER. Os resultados sobre coautoria (entre autores e países) indicaram uma produção diversificada com clara clusterização dispersa. Os resultados revelaram uma robusta e crescente produção científica internacional sobre o tema, evidenciando uma área bastante explorada, com liderança dos EUA e China com maior números de publicações. Também mostraram uma significativa fragmentação de instituições promotoras de, o mesmo ocorrendo com as revistas que publicam. A estrutura semântica do campo sugere a formação de subtemas integrados e que discutem diferentes abordagens da avaliação econômica ambiental de forma ampla. O fator H (H-index) utilizado apontou para 29 publicações que podem ser consideradas referência na área.

**Palavras chave:** Economia do meio ambiente. Produção científica.

### ABSTRACT

The present study aimed to analyze the production of international research on environmental economic assessment. Through bibliometric research, carried out on the Web of Science scientific base, and using evaluative and relational techniques, 544 publications were found and analyzed. The analysis was based on the construction and evaluation of bibliometric maps using the VOSVIEWER software. The results on co-authorship (between authors and countries) indicated a diversified production with clear dispersed clustering. The results revealed a robust and growing international scientific production on the subject, evidencing a highly explored area, led by the USA and China with the highest number of publications. They also showed a significant fragmentation of promoting institutions, as well as the journals they publish. The semantic structure of the field suggests the formation of integrated sub-themes that discuss different approaches to environmental economic assessment in a broad way. The H factor (H-index) used pointed to 29 publications that can be considered a reference in the area.

**Keywords:** Economy of the environment. Scientific production.



## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Descartes (2006), na atual modernidade antropogênica o homem se vê como senhor absoluto da natureza, para dela usufruir como bem entender, sem considerar as consequências futuras por seus atos sobre um bem natural de recursos limitados. De acordo com Queiroz e Rufino (2018), Descartes propôs um o método científico que levou à interpretação da natureza como um corpo mecânico pelo qual, através das regras do método, seria possível à compreensão do meio ambiente pela simples compreensão de suas partes, sem considerar as complexas relações interespecíficas e ecossistêmicas.

Mas a Revolução Industrial iniciada no século XVIII trouxe muitos e significativos impactos negativos ao meio ambiente, com consumismo excessivo, o que levou a importantes debates e movimentos internacionais relacionados à depredação ambiental e escassez de recursos naturais, (QUEIROZ & RUFINO, 2018; MELO, LIRA & FONTGALLAND, 2021). Segundo os autores, o modelo econômico até então vigente provou-se inadequado e insustentável frente às limitações do planeta, e os atuais cenários de degradação e ameaças ambientais, sociais e econômicas, demandam um conhecimento holístico, interdependente, e tratativas urgentes para a implementação de um modelo de desenvolvimento sustentável.

Para tanto, métodos para valoração econômica dos serviços ecossistêmicos ou mesmo os impactos ambientais das atividades antrópicas, sejam elas diretas ou indiretas, vem sendo desenvolvidas nas últimas décadas, encontrando-se hoje bem consolidadas, diversificadas, e amplamente utilizadas por institutos de pesquisas, academia, consultorias e órgãos governamentais (HERNÁNDEZ-SANCHO et al., 2010; MATULIS, 2014; BECERRA & ALCON, 2021).

Em vista disso, tem-se justificada a relevância e importância do presente trabalho, dado ao atual contexto internacional sobre a necessidade de mudança dos padrões de desenvolvimento e consumo, com demanda para novos rumos sociais, onde a valoração econômica ambiental tem sido utilizada como uma importante ferramenta para a tomada de decisões.

Destarte, o presente estudo teve por objetivo, através da análise bibliométrica, levantar a produção científica internacional sobre avaliação econômica ambiental,



evidenciando a sua relevância e importância para superar a atual crise na relação homem-natureza.

## 2. METODOLOGIA

Diante do exposto, este estudo busca responder quais as principais características da produção científica sobre Valoração e avaliação econômica ambiental, tanto no que diz respeito aos seus conceitos, como aos métodos utilizados nas mais diferentes áreas da economia, finanças e administração. Desta questão decorre o objetivo principal da pesquisa, que é mapear e caracterizar a produção científica mundial sobre finanças comportamentais aplicadas à área Valoração e avaliação ambiental, por meio de um estudo bibliométrico propostas pela literatura no período de 2018 a 2022.

Este estudo caracteriza-se como teórico-conceitual e utiliza-se de análise bibliométrica. A análise bibliométrica pode ser compreendida como a aplicação de técnicas para a quantificação, identificação e análise de padrões na produção literária ou científica sobre determinado assunto (BROADUS, 1987). Ele possibilita averiguar as pesquisas realizadas ao longo dos anos e identificar as principais características desta produção, permitindo demonstrar aspectos de destaque no campo, como autores, periódicos, palavras chave, temas discutidos e potenciais lacunas de pesquisa (MELO, LIRA & FONTGALLAND, 2020), além de ser uma ferramenta para analisar como as áreas evoluem a partir da estrutura intelectual, estrutura social e estrutura conceitual (ZUPIC & ČATER, 2015). De uma forma geral, podemos dizer que é uma abordagem de estudo para analisar e monitorar o desenvolvimento de determinadas áreas por meio da seleção de dados, incluindo citações, afiliações de autores, palavras-chave, temas discutidos e métodos utilizados para estudos publicados (KOSEOGLU et al., 2016).

Neste estudo, a base de dados utilizada foi a Web of Science (WoS), coleção principal. A WoS possibilita que pesquisadores acessem publicações de todas as áreas de atuação, proporcionando informações sobre resultados, divulgação, colaboração e impacto de pesquisas (ALBORT-MORANT & RIBEIRO-SORIANO, 2016), entretanto a área de atuação escolhida para o estudo compreende apenas a categoria economia. Para a determinação dos critérios de busca, etapa-chave na pesquisa bibliométrica, adotou-se uma abordagem sociolinguística, admitindo a evolução da linguagem ao buscar os

termos e considerando o uso em diferentes ambientes, tanto o acadêmico quanto o profissional. A pesquisa na base de dados WoS foi realizada em 30 de novembro de 2022 as 15:50 h. O protocolo de pesquisa tomou como direcionamento de busca avançada, no primeiro filtro, (TEMAS "Economic\*" and "\*Valuation" and "environment\*"), no período dos anos de 2018 a 2022 (até o momento da busca). O termo TEMAS refere-se à limitação da busca ao título, resumo, palavras-chave e termos especiais ao longo do texto, já o caractere coringa \* (asterisco) permite que qualquer variação da palavra seja incluída nos resultados, como resultado tivemos um total de 11.475 estudos localizados. O Segundo filtro consistiu considerar apenas artigos e artigos de revisão como tipo de documento, culminando em 10.393 publicações. E por fim, foram realizados refinamentos buscando aprimorar a investigação, mantendo apenas as publicações da categoria economics, finalizando o protocolo de busca com um total de 544 publicações. A Figura 1 apresenta as etapas seguidas para concretização do mapeamento bibliográfico:

Figura 1: Protocolo de Pesquisa Base de Dados Web of Science



Fonte: Autoria própria.

A partir deste protocolo foram gerados gráficos descrevendo publicações, por ano, por periódicos e por organizações. As publicações também foram ranqueadas e classificadas de acordo com seu Fator H (H-Index) para identificar quais autores e, por consequência, obras possuem impacto na área de estudo. Hirsch (2005) lembra que um pesquisador tem Fator H a quantidade de publicações tiver um mínimo de h citações, cada um deles, e, os demais estudos, tiverem menos ou iguais citações cada um. Na sequência, buscando a utilização do software VOSviewer versão 1.6.12, o resultado do protocolo de pesquisa na base de dados WoS foi exportado e gravado o conteúdo

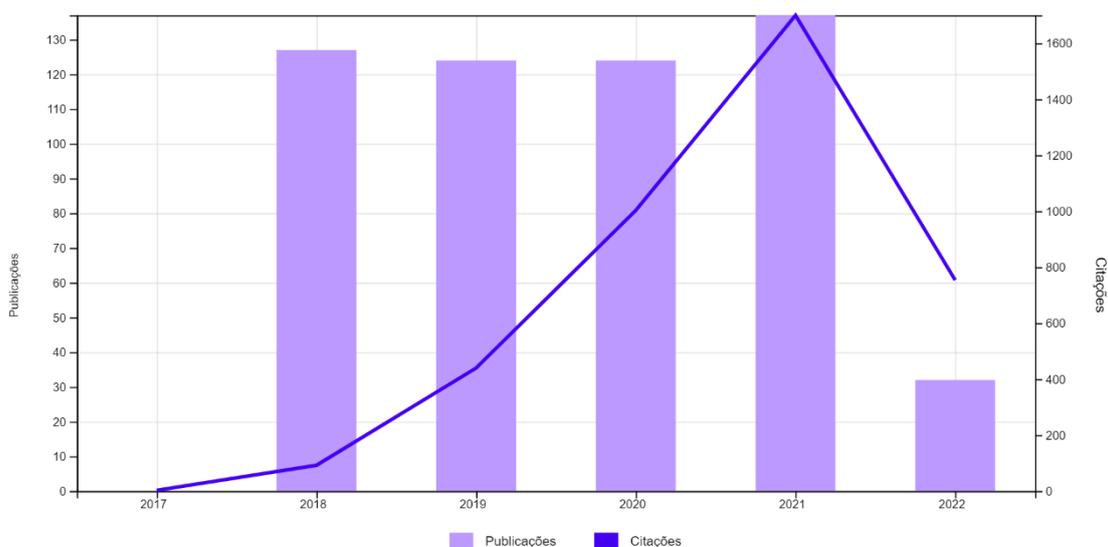
(registro completo e referências citadas) em um formato de arquivo separado por tabulações win (MELO, LIRA & FONTGALLAND, 2020), para a utilização na análise dos dados coletados elaborando mapas bibliométricos dos autores e das publicações, e dos clusters de co-autoria, de publicações e de países com maior relação e frequência nas publicações sobre a área pesquisada. Os mapas originados realçam a formação de clusters. Os processos de clusterização se apresentam como instrumentos relevantes no campo da pesquisa bibliométrica, sendo utilizados para identificar grupos de relacionamento entre publicações, autores ou fontes de publicação (VAN ECK et al., 2017).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Embasado no protocolo descrito no tópico anterior e nos resultados obtidos, ou seja, 544 publicações, procedeu-se a análise dos resultados, delineada a seguir. O relatório de citações demonstrou que a soma do número de citações foi 3.992, uma média de 7,34 citações por publicação em uma crescente durante os anos em estudo como pode ser visto na Figura 2. No que refere-se ao número de publicações por ano, observou-se o interesse em torno da área pesquisada, concretizado em número de publicações no período. A escolha do ano de 2018, como ano inicial de estudo, fundamenta-se na busca pelos estudos mais recentes dada a constante evolução no que diz respeito ao tema. Ainda na Figura 2 pode-se visualizar a constância no número de publicações por ano. De forma precisa, foram detectadas 127 publicações em 2018, 124 em 2019, 124 em 2020, 137 em 2021 e 32 em 2022. Cabe ressaltar que o número final de publicações de 2022 ainda deve ser maior que o mencionado, dado que o estudo foi realizado no mês de novembro de 2022 e novas publicações ainda poderiam ser incluídas à base WoS.



Figura 2: Quantidade de pesquisas e citações durante o período.



Fonte: Autoria própria.

Com relação aos periódicos investigados, foram identificados entre as 544 publicações um total de 172 periódicos, todavia os periódicos mais relevantes em termos de números de publicações, foram o *Ecological Economics* com 65 publicações, representando 11,94 %, seguido pelo *Energy Policy* com 26 (4,78 %) publicações, *Socio Economic Planning Sciences* com 19 (3,49%) artigos, *Environmental Resource Economics* com 17 (3,13%) e a *Forest Policy and Economics* com 16 publicações perfazendo 2,94% da amostra pesquisada. Outros que merecem destaque são: *Baltic Journal Of Economics Studies*, *Economics Analysis and Policy*, *Journal of Environmental Economics and Management* e *Journal of Benefit Cost Analysis*.

Figura 3: Periódicos mais relevantes no tema.



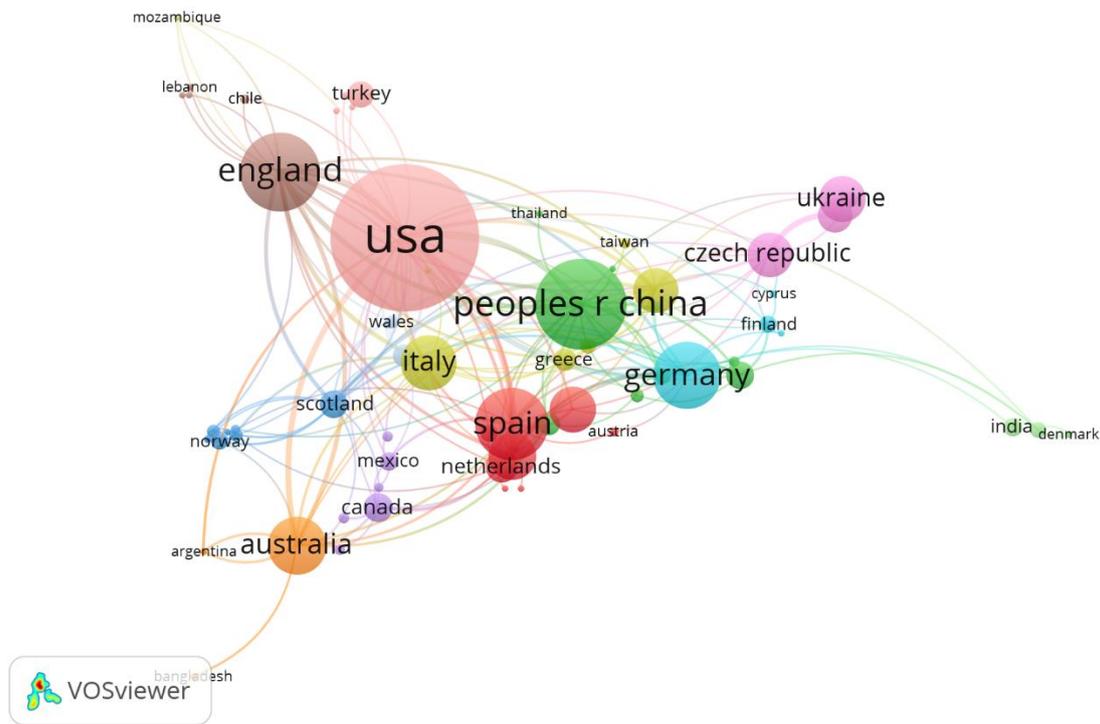
Fonte: Elaboração dos autores

No que se refere às publicações por vínculos institucionais dos autores, o estudo localizou um total de 921 instituições, o número maior de instituições do que de artigos indica uma integração entre autores e co-autores dos trabalhos enorme inclusive alocados em diferentes instituições. Dentre as 5 afiliações mais constantes nas publicações temos a League of Europea Research Uiversities Leru com 32 registros (5,88%), seguido de Ministry of Education Science of Ukraine com 19 (3,49%), Udice French Research Universities com 12 (2,21%), University of London com 11 (2,02%) e L'institut National de Recherche Pour L'agriculture, L'alimentation et L'environnmenta com 10 registros perfazendo 1,83% do total, percebe-se aqui a diversidade de instituições em que os autores estão alocados uma vez que a instituição com mais registros não representa nem 6% do total. Outras instituições como Centre National de La Recherche Scientifique, Russian Academy of Sciences, University of California System, University of North Carolina, Sichuan University, University of Exeter, University of Glasgow, University of Warsaw, Vrije Universiteit Amsterdam também tem relevância na amostra estudada.

As publicações encontradas originaram-se de 82 países, a mesma publicação, porém, pode ter sido originada de mais de um país. De acordo com a Figura 4, pode-se verificar que os Estados Unidos é o país do qual se originou a maior quantidade de publicações, com mais de 20,77% do total e 544 publicações encontradas, a China com uma quantidade menor de publicações, pouco mais de 11% do total, aparece na

sequência, seguido pela Inglaterra, Espanha, Alemanha, Austrália, Itália, França, Rússia e Ucrânia são os países com mais relevância no assunto pesquisado. O mapeamento de clusters de coautoria por países, no software VOSviewer, apresentou 72 países com relações entre si, divididos em 13 redes com 219 links entre as coautorias encontradas. A grande quantidade de publicações, portanto, evidencia alguma relação entre os autores, mas não quer dizer que tratam dos mesmos assuntos. Isso sugere que pesquisadores, em diferentes países, têm estudado assuntos diferentes dentro do tema mas com alguma relação. A Figura 4 apresenta a rede de coautoria, por países, e as conexões encontradas, sendo os Estados Unidos o elemento central e a principal ligação entre os demais países.

Figura 4: Clusters de co-autoria por países

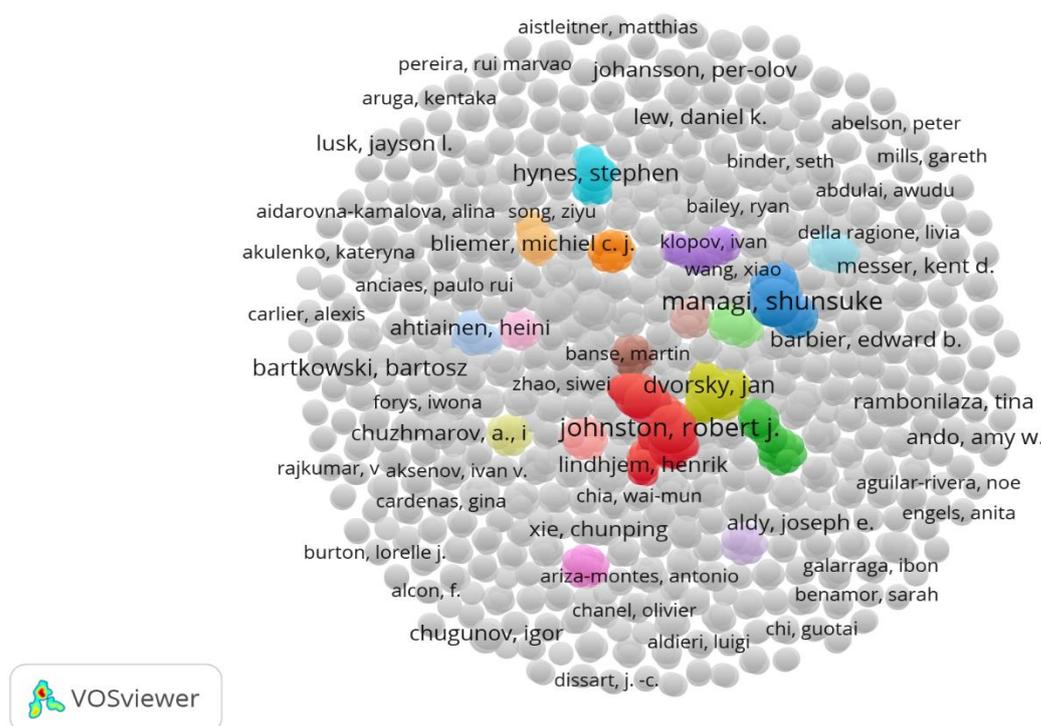


Fonte: Elaboração dos autores

A Figura 5, apresenta a rede bibliométrica de coautoria, por autores, no universo de publicações investigado. A rede completa possui um total de 1.580 autores. A plotagem da rede não restringiu à visualização de todos os autores sendo todos representativos na amostra.



Figura 5: Clusters de co-autoria por países



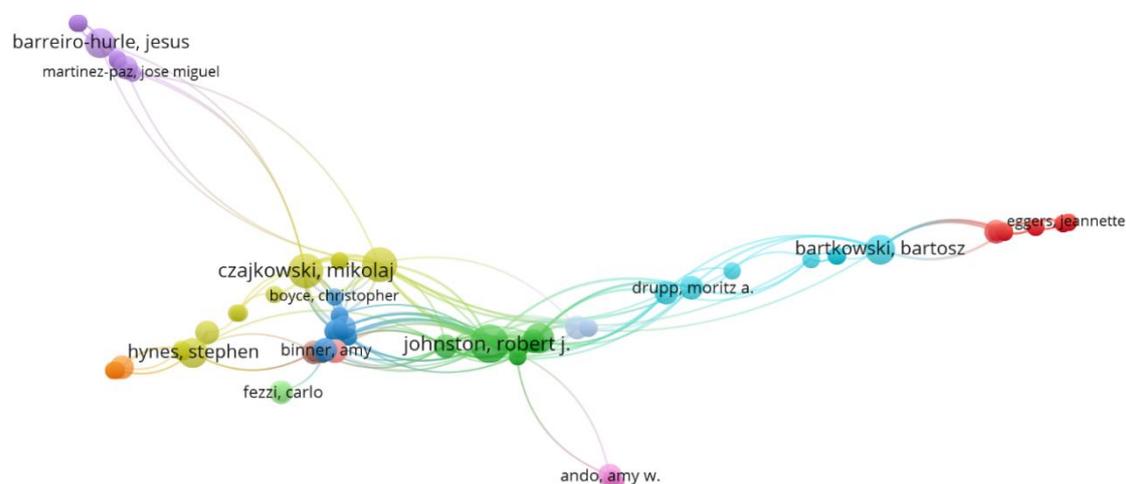
Fonte: Elaboração dos autores

A rede bibliométrica de coautoria, por autores, do campo em estudo apresenta um total de 124 clusters de cooperação. Dois deles se destacam como principais, o vermelho, é composto por 32 autores, dentre os que se destacam encontra-se Johnston, R.; Czajkowi, M. e Hanley N. por possuírem as maiores quantidades de documentos publicados (entre 4 e 5 publicações), sendo que os dois primeiros possuem trabalhos considerados mais relevantes na plataforma WoS. E o cluster Azul composto por 18 autores aos quais podemos citar Managi, S.; Halkos, G. e Wilson, C. que também possuem as maiores quantidades de publicações, todavia não possuem trabalhos relevantes de acordo com o ranqueamento do WoS, além de serem pouco citados entre os documentos da amostra.

A análise visual permite confirmar a pouca integração entre os clusters da rede, indicando blocos de pesquisa que pouco se comunicam, na Figura 6 podemos confirmar isso, apesar da grande gama de autores da amostra apenas 127 deles se comunicam através de citações, formando 12 clusters interligados, aqui os autores Barreiro-Hurle, J.; Johnston, R. e Czajkowsk, M. são os que mais se destacam estando entre os 10 autores mais citados da amostra estudada de documentos com 202, 86 e 92 citações respectivamente. Vale a pena ressaltar que apesar de autores como Dessart, F. e Van

Bavel, R. também estarem entre os autores mais citados com 181 citações cada, eles não refletem importância significativa no cluster, além de os autores; Dvorsky, J.; Che, Y.; Li, P. e Lu, y. com 102 citações cada nem aparecem como autores nas redes.

Figura 6: Principais autores em rede



Fonte: Elaboração dos autores

Para finalizarmos nossa discussão, vamos apresentar os principais trabalhos (trabalhos de impacto) a partir dos procedimentos metodológicos utilizados. 29 publicações foram consideradas trabalhos de impacto no campo estudado. No Quadro 1 encontram-se listadas as 10 principais obras, ou seja, as 10 com maior H-index.

Quadro 1: Publicações de maior impacto (H-index)

Título	Autor	Periódico	Ano	Citações
Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review	Dessart, Francois J.	European review of agricultural economics	2019	181
Career concerns and multitasking local bureaucrats: Evidence of a target-based performance evaluation system in China	Chen, Yvonne Jie	Journal of development economics	2018	102
Assessing energy poverty and its effect on CO2 emissions: The case of China	Zhao, Jun.	Energy economics	2021	52
Valuing Mortality Risk Reductions in Global Benefit-Cost Analysis	Robinson, Lisa A.	Journal of benefit-cost analysis	2019	52
Healthcare efficiency assessment using DEA analysis in the Slovak Republic	Stefko, Robert;	Health economics review	2018	52
Small businesses in rural tourism and agrotourism: study from Slovakia	Mura, Ladislav;	Economics & sociology	2018	45
Business environment quality index in the sme segment	Cepel, Martin;	Journal of competitiveness	2018	43

Título	Autor	Periódico	Ano	Citações
Wetlands, Flood Control and Ecosystem Services in the Smith Creek Drainage Basin: A Case Study in Saskatchewan, Canada	Pattison-Williams,	Ecological economics	2018	42
The impact of social and economic factors in the credit risk management of sme	Belas, Jaroslav;	Tech. and economic development economy	2018	42
Natural Capital as an Economic Concept, History and Contemporary Issues	Missemer, Antoine	Ecological economics	2018	41

Fonte: Elaboração dos autores

A obra considerada de maior impacto é Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review, escrita por Dessart, F.; Barreiro-Hurlé, J. e van Barrel, R., publicada na European Review of Agricultural Economics, em 2018 sendo amplamente citada principalmente nos últimos anos, com 181 citações no total. O artigo versa sobre a avaliação dos agricultores e consumidores em implantar técnicas sustentáveis tanto econômica como cognitiva e o papel da avaliação do incentivo de políticas para tal implementação.

Em seguida como segunda obra com maior impacto segundo o H-index da WoS, encontra-se o artigo Career concerns and multitasking local bureaucrats: Evidence of a target-based performance evaluation system in China, escrita por Chen, Y.; Li, P. e Lu, Y., publicada na Journal of Development Economics, em 2018 sendo citada por 102 vezes. Aqui os autores estudam a avaliação do custo benefício na implementação de políticas de regulamentação ambiental em detrimento de um crescimento econômico mais lento por burocratas chineses. Por fim, temos três estudos com 52 citações cada, são elas: Assessing energy poverty and its effect on CO2 emissions: The case of China, publicada na revista Energy Economics de autoria de Shao, J. et.al., de 2021 sendo o estudo mais recente dentre as 29 publicações de maior impacto e avalia e propõe um índice de avaliação para comparar a relação entre dificuldades de energia elétrica e as emissões de CO2, e como isso implica no alcance das metas de redução do efeito estufa. Valuing Mortality Risk Reductions in Global Benefit-Cost Analysis publicado no Journal of Benefit-Cost Analysis em 2019 de autoria de Robinson, L.; Hammitt, J. e O’Keeffe, L., e Healthcare efficiency assessment using DEA analysis in the Slovak Republic publicado na Health Economics Review em 2018 por Stefko, R.; Gavurova, B. e Kocisova, K., abordam, de um modo geral, uma avaliação dos custos da saúde diante das políticas públicas de desenvolvimento sustentável.



os países com mais autores pesquisadores. Há uma significativa fragmentação de organizações que promovem pesquisas, o mesmo ocorrendo com as revistas que publicam. O fator H (H-index) aponta para 29 publicações que podem ser consideradas referência na área.

Por outro lado, em termos relacionais, a análise se fundamentou na construção e avaliação de mapas bibliométricos com a utilização do software VOSVIEWER. Os resultados sobre coautoria (entre autores e países) indicam uma produção diversificada com clara clusterização dispersa. A estrutura semântica do campo sugere a formação de subtemas integrados e que discutem diferentes abordagens da avaliação econômica ambiental de forma ampla.

## REFERÊNCIAS

- ALBORT-MORANT, G. ; RIBEIRO-SORIANO, D. A bibliometric analysis of international impact of business incubators. **Journal of Business Research**, v.69, n. 5, 1775–1779, 2016.
- BECERRA, E. I. L.; ALCON, F. Social desirability bias in the environmental economic valuation: An inferred valuation approach. **Ecological Economics**, v. 184, p. 106988, 2021.
- BÉLAS, J.; SMRCKA, L.; GAVUROVÁ, B.; DVORSKÝ, J. The impact of social and economic factors in the credit risk management of SME. **Technological and Economic Development of Economy**. 2018.
- BROADUS, R. N. Toward a definition of “bibliometrics”. **Scientometrics**, v. 12, n. 5-6, p. 373-379, 1987.
- CEPEL, M.; STASIUKYNAS, A.; KOTASKOVA, A.; DVORSKY, J. Business environment quality index in the SME segment. **Journal of Competitiveness**, v. 10, n. 2, p.21-40. 2019. <https://doi.org/10.7441/joc.2018.02.02>
- CHEN, Y. J. ; LI, P. ; LU, Y. Career concerns and multitasking local bureaucrats: Evidence of a target-based performance evaluation system in China. **Journal of Development Economics**, Elsevier, v. 133(C), p. 84-101. 2018.
- DESSART, F.J.; BARREIRO-HURLÉ, J.; BAVEL, R.V. Behavioural factors affecting the adoption of sustainable farming practices: a policy-oriented review. **European Review of Agricultural Economics**. 2019.
- DESCARTES, R. **Discurso do Método**. Trad. de Paulo Neves. Porto Alegre: L&PM, 2006.

- HERNÁNDEZ-SANCHO, F.; MOLINOS-SENANTE, M.; SALA-GARRIDO R. Economic valuation of environmental benefits from wastewater treatment processes: An empirical approach for Spain. **Science of the total environment**, v. 408, n. 4, p. 953-957, 2010.
- HIRSCH, J. E. An index to quantify an individuals scientific research output. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.102, n.46, p.16569–16572, 2005.
- KOSEOGLU, M. A.; RAHIMI, R., OKUMUS, F.; LIU, J. Bibliometric studies in tourism. **Annals of Tourism Research**, v. 61, p. 180–198, 2016.
- MATULIS, B. S. The economic valuation of nature: A question of justice?. **Ecological Economics**, v. 104, p. 155- 157, 2014.
- MELO, L.S.A.; LIRA, J.O.L. ; FONTAGALLAND I. L. Economy and sustainable development goals: Mapping of international scientific production. **International Journal of Development Research**, v. 11, n. 2, p. 44211-44215, 2021.
- MISSEMER, A. Natural Capital as an Economic Concept, History and Contemporary Issues. 2018.
- MURA, L.; KLJUČNIKOV, A. Small Businesses in Rural Tourism and Agrotourism: Study from Slovakia. **Economics & Sociology**. 2018.
- PATTISON-WILLIAMS, J. K.; POMEROY, J. W.; BADIOU, P.; GABOR, S. Wetlands, Flood Control and Ecosystem Services in the Smith Creek Drainage Basin: A Case Study in Saskatchewan, Canada. **Ecological Economics**, Elsevier, v. 147(C), p. 36-47. 2018.
- QUEIROZ, N. S.; RUFINO, E. A. A contribuição do pensamento sistêmico à valoração do meio ambiente. **15º Congresso Nacional de Meio Ambiente**. Anais. 2018.
- ROBINSON, L.; HAMMITT, J.; O’KEEFFE, L. Valuing Mortality Risk Reductions in Global Benefit-Cost Analysis. **Journal of Benefit-Cost Analysis**, v. 10, n. S1, p. 15-50. 2019. doi:10.1017/bca.2018.26
- STEFKO, R.; GAVUROVA, B.; KOCISOVA, K. Healthcare efficiency assessment using DEA analysis in the Slovak Republic. **Health Econ Ver**. v. 8, n. 6, 2018.
- VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L; DEKKER, R.; VAN DEN BERG, J. CitNetExplorer: A new software tool for analyzing and visualizing citation networks. **Journal of Informetrics**, v.8, n.4, p.802-823, 2014.
- ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, v. 18, n. 3, 429–472, 2015.

# CAPÍTULO XXVII

## METODOLOGIAS ALTERNATIVAS NO ENSINO DE TÉCNICAS CIRÚRGICAS DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19

ALTERNATIVE METHODOLOGIES IN THE TEACHING OF SURGICAL TECHNIQUES DURING THE COVID-19 PANDEMIC

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-27

Juliana Casanovas de Carvalho <sup>1</sup>  
Rayenne Augusta Mota Ferreira <sup>2</sup>  
Rosana Costa Casanovas <sup>3</sup>  
Tiago Barbalho Lima <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduada em Medicina Veterinária. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

<sup>2</sup> Graduada em Odontologia. Universidade Federal do Maranhão – UFMA

<sup>3</sup> Professora Associada do Departamento de Odontologia I. Universidade Federal do Maranhão – UFMA

<sup>4</sup> Professor do Departamento das Clínicas Veterinárias. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

### RESUMO

A pandemia de COVID-19 remodelou as condições de ensino-aprendizagem, incumbindo aos estudantes e profissionais da educação diversas adaptações. O desenvolvimento de metodologias capazes de substituir o modelo tradicional de ensino da técnica operatória tornou-se fundamental para que a formação dos acadêmicos não ficasse defasada e incompleta em momento pandêmico. Assim, o objetivo foi propor metodologias ativas de ensino-aprendizagem no ensino remoto emergencial, na disciplina de Técnicas Cirúrgicas, do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão, avaliando seu impacto na formação dos discentes. Para a metodologia utilizada, foi realizada uma pesquisa de caráter quantitativo, virtualmente, por meio do aplicativo *Google Forms*, entre abril a julho de 2021. Os resultados mostraram que a metodologia aplicada no presente trabalho obteve aceitação de forma integral por 69,2% e de forma parcial por 23,1% dos discentes, indicando uma boa adaptação. A partir das práticas no hospital veterinário, 50% dos discentes indicaram ter maior confiança na realização das técnicas apresentadas e, após o treinamento em cadáveres, 63,6% dos participantes sentiram-se mais habilidosos e

confiantes em relação às manobras apresentadas. Conclui-se que a adaptação emergencial da disciplina de Técnicas Cirúrgicas permitiu que os alunos tivessem o maior contato possível com os conteúdos programados, sem perda na execução do projeto pedagógico. Sendo possível realizar uma adequação das aulas teóricas, em ambiente virtual, das avaliações e das aulas práticas com ocupação reduzida e respeitando as regulamentações incitadas pela pandemia do COVID-19, de modo que o aprendizado não fosse comprometido de forma significativa.

**Palavras-chave:** Covid-19. Metodologia. Técnicas cirúrgicas.

### ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has reshaped teaching-learning conditions, requiring students and education professionals to make several adaptations. The development of methodologies capable of replacing the traditional model of teaching the operative technique has become fundamental so that the training of academics does not become outdated and incomplete in a pandemic moment. Thus, the objective was to propose active teaching-learning methodologies in



emergency remote teaching, in the Surgical Techniques discipline, of the Veterinary Medicine course at the State University of Maranhão, evaluating its impact on the training of students. For the methodology used, a quantitative survey was carried out, virtually, through the Google Forms application, between April and July 2021. The results showed that the methodology applied in the present work was fully accepted by 69.2% and partially by 23.1% of the students, indicating a good adaptation. From the practices at the veterinary hospital, 50% of the students indicated that they were more confident in performing the presented techniques and, after training on cadavers, 63.6% of the participants felt more skilled and

confident in relation to the presented maneuvers. It is concluded that the emergency adaptation of the Surgical Techniques discipline allowed the students to have as much contact as possible with the programmed contents, without losing the execution of the pedagogical project. It was possible to adapt theoretical classes, in a virtual environment, to assessments and practical classes with reduced occupancy and respecting the regulations incited by the COVID-19 pandemic, so that learning was not significantly compromised.

**Keywords:** Covid-19. Methodology. Surgical techniques.

## 1. INTRODUÇÃO

O Coronavírus (SARS-CoV-2), causador da COVID-19, uma infecção respiratória que gera quadros assintomáticos até os mais graves, é caracterizado pela alta transmissibilidade e, conseqüentemente, rápida disseminação. Por este motivo, a Organização Mundial da Saúde (OMS), decretou situação e pandemia de COVID-19, também estabeleceu recomendações para a contenção do vírus. Nesse sentido, além das orientações a toda população sobre a adequada higienização das mãos e objetos, foram determinadas estratégias de distanciamento social (WHO, 2020).

O Ministério da Educação, através da Portaria nº 343 publicada em 17 de março de 2020, suspendeu as aulas presenciais enquanto durasse a situação de pandemia do novo coronavírus, substituindo-as por aulas em meios digitais, o que implicou em readequação das instituições universitárias de todo Brasil, na tentativa da manutenção do ensino na graduação (BRASIL, 2020). Diante desse desafio, se fez necessária a busca de meios e tecnologias digitais de comunicação e informação, como forma de garantir a educação de qualidade. De acordo com Borstel Fiorentin e Mayer (2020), o processo pandêmico, que parecia lento e gradual, foi sistemático, remodelando as condições do processo ensino-aprendizagem, incumbindo aos estudantes e profissionais da educação diversas adaptações.

Nessa concepção, a modalidade de ensino à distância prevê dos alunos uma construção e condição de autonomia pela busca do seu conhecimento, como também pressupõe que tenham uma satisfação com os estudos e assuntos disponibilizados nas plataformas digitais (ISHIDA; STEFANO; ANDRADE, 2013). As vantagens são visíveis

quando os alunos têm suas expectativas e necessidades respondidas de maneira positiva, conseguindo assim manter a rotina de estudos, a interatividade com os materiais e com os professores, conseqüentemente, o desenvolvimento de uma prática que motiva a autoaprendizagem. Ademais, para os discentes essa modalidade é benéfica devido a economia do tempo, tornando-se conveniente em relação às demais atividades pessoais e rotineiras (EMANUELLI, 2011; SOUZA; REINERT, 2010; MONTIEL et al., 2014).

Em contrapartida, o ensino não presencial provoca sentimentos de solidão no aluno, que por vezes sente-se desmotivado pela necessidade de interação, atenção e apoio por parte dos docentes. Para Emanuelli (2011), a insatisfação pode ser devido ao desapontamento pela falta da relação presencial entre professor/aluno e entre colegas de turma. A autora retrata ainda a dificuldade dos docentes em responder às necessidades individuais diante da turma; o domínio técnico insuficiente quanto ao uso dos recursos tecnológicos, como computador e ferramentas tecnológicas; e as dificuldades de acesso à internet de maneira síncrona. Souza & Reinert (2010), trazem um outro aspecto nesta discussão: a ausência de hábito da autoaprendizagem, que recai sobre a baixa autonomia do estudante, com conseqüente reflexo na dificuldade de apresentar um papel ativo e interativo.

Acerca do papel do professor, nesse novo contexto de ensino-aprendizagem, este foi necessário ser revisto e atualizado, visando manter a qualidade do ensino, diante desse atual cenário catastrófico. O que se torna desafiador é a construção de um planejamento institucional que seja compatível, tanto com seu potencial tecnológico, quanto com as características de seu público-alvo, ou seja, o corpo discente (SUGITA et al., 2020). Assim, entende-se que a pandemia expôs um novo desafio: prover, para o usuário, a sensação de imersão, de encontrar-se dentro do ambiente, a partir da navegação e interação nesse meio virtual, ao mesmo tempo para o educador, respeitando os princípios educacionais e a abordagem pedagógica que acredita, no intuito de não transformar esse momento em uma simples educação à distância.

O uso de tais metodologias emergenciais, não tradicionais, no ensino da cirurgia, especificamente, deve ocorrer com cautela, sob a hipótese de substituir a relação humana-animal tão relevante para a formação dos médicos veterinários, seja pela presença do mediador em plataformas virtuais, seja pelo distanciamento dos discentes

em cenários de prática, uma vez que o ensino das técnicas cirúrgicas nas escolas de Medicina Veterinária sempre foi caracterizado por carga horária prática extensa, sendo estas ministradas, muitas vezes, com o uso de animais vivos para que fosse demonstrada a técnica operatória em questão para os alunos, e em seguida, os próprios acadêmicos pudessem realizá-la, para o desenvolvimento e aquisição de habilidade cirúrgica. As operações fundamentais para execução sistematizada de procedimento cirúrgicos (diérese, hemostasia, exérese e síntese) foram descritas há dois séculos e, juntamente com os conceitos da assepsia, devem ser ensinados de forma palpável para a adequada formação do médico veterinário (NETTO et al., 2016).

A formação cirúrgica abrange complexos conceitos teóricos e práticos, particularmente os relacionados às técnicas cirúrgicas e suas fases fundamentais, dentre as quais destaca-se o desenvolvimento de habilidades manuais, essencial na formação do profissional. Sendo assim, frente às dificuldades educacionais impostas pela pandemia, o objetivo deste trabalho foi analisar a utilização de metodologias ativas de ensino-aprendizagem no ensino remoto emergencial, na disciplina de técnicas cirúrgicas, do curso de medicina veterinária da Universidade Estadual do Maranhão, possibilitando a criação de um modelo palpável e efetivo para o ensino de técnicas cirúrgicas.

## 2. METODOLOGIA

O estudo é uma avaliação metodológica, com abordagem quantitativa dos dados. Assim, o trabalho foi direcionado aos alunos do sétimo período do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual do Maranhão. Os participantes foram selecionados por conveniência e tiveram o direito de declinar a participação na pesquisa.

Os critérios de inclusão foram: ter idade superior a 18 anos e cursar a disciplina de Técnicas Cirúrgicas no semestre 2020.2. Em parceria com os monitores da disciplina, foi elaborado, primeiramente, um modelo de aulas teóricas em ambiente virtual que garantisse a imersão do aluno nas técnicas e conceitos explanados; e de aulas práticas, com ocupação limitada (escalonamento em duplas), respeitando a exigência de distanciamento entre os alunos.

As práticas foram realizadas tanto no centro cirúrgico do Hospital Veterinário Universitário Francisco Edilberto Uchoa, onde os alunos presenciaram cirurgias em tempo real, com auxílio dos residentes e docentes, como também em laboratório, nas quais fizeram uso das técnicas expostas em cadáveres congelados, desenvolvendo assim as habilidades manuais. A dupla de alunos que participavam das práticas gravavam e transmitiam os procedimentos para os que acompanhavam de forma remota. Alguns vídeos foram gravados e editados de forma assíncrona, para posterior envio aos alunos e discussão. Os alunos deveriam preparar relatórios cirúrgicos dos vídeos de procedimentos enviados, os quais seriam discutidos no início das aulas, havendo um momento para sanar dúvidas dos temas que foram abordados previamente.

Para avaliar a metodologia utilizada, foi realizada uma pesquisa, virtualmente, por meio do aplicativo *Google Forms*, entre os meses de abril e julho de 2021. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi anexado juntamente com o formulário da pesquisa, onde foram destacados os riscos e benefícios diante da participação no mesmo, sendo esses relacionados ao cansaço físico, devido ao tempo dispensado para responder aos questionários, e à elaboração soluções que beneficiem o processo de aprendizado dos discentes na disciplina de Técnicas Cirúrgicas, respectivamente. Como forma de minimizar as influências, indicamos que os participantes fizessem o preenchimento do formulário em ambiente calmo e arejado, utilizando-se de pausas, caso necessárias.

Foi utilizado um questionário, produzido pelos autores da pesquisa, que continha 10 perguntas acerca das temáticas: aprendizagem e método ativo no ambiente virtual, fortalezas e fragilidades das aulas on-line e práticas e apoio docente (Quadro 1). Os estudantes responderam às perguntas com “Sim”, “Não” ou “Em parte”, além de terem sido incitados a colaborar com sugestões para um ensino remoto mais efetivo da disciplina. Após a aplicação do questionário, os dados foram tabulados e analisados de forma estatística, com exposição das variáveis, em forma de percentuais. O modelo do formulário está esquematizado no Quadro 1.

Quadro 1: Esquema do questionário proposto.

<b>Perguntas (Respondidas com “Sim”, “Não” e “Em parte”)</b>
1. Você considera o conteúdo teórico ministrado em ambiente virtual completo e bem explanado?
2. Os vídeos editados e encaminhados facilitaram o entendimento e compreensão das técnicas apresentadas?
3. A disponibilidade do docente no <i>WhatsApp</i> e em plantões de dúvidas foi importante para o melhor entendimento do conteúdo?
4. O acompanhamento das técnicas e procedimentos com pacientes, em tempo real, foi importante para melhor entender a teoria ministrada?
5. Você conseguiu sanar dúvidas e entender melhor os procedimentos realizados com auxílio dos residentes/docente?
6. Após presenciar a rotina cirúrgica e os procedimentos realizados você se sentiu mais confiante para praticar as técnicas ministradas?
7. Você participou de alguma das práticas disponibilizadas com cadáveres?
8. Essa experiência acrescentou habilidades manuais e confiança para realizar técnicas ministradas?
9. Conseguiu treinar alguma das manobras específicas de cirurgias ou padrões de sutura apresentados em aulas teóricas?
10. Você considera que as metodologias teóricas e práticas utilizadas, bem como os métodos avaliativos, garantiram, no ensino à distância de caráter emergencial, um bom entendimento das técnicas cirúrgicas e um bom aproveitamento da disciplina?

Fonte: Autoria própria.

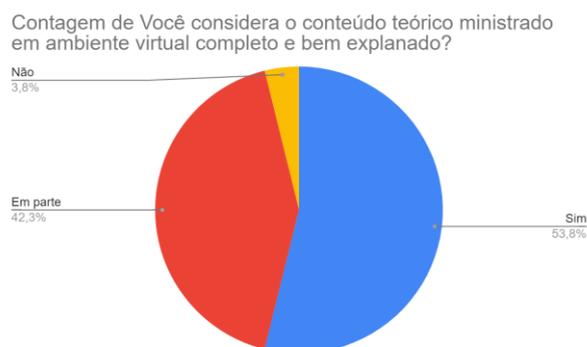
O projeto foi submetido e obteve aprovação através do Parecer nº 4.743.378 junto ao Comitê de Ética e Pesquisa da Plataforma Brasil.

### 3. RESULTADOS

O formulário foi preenchido por um total de 26 alunos. Todos os participantes leram e concordaram com o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) anexo ao questionário.

Diante da pergunta “Você considera o conteúdo teórico ministrado em ambiente virtual completo e bem explanado?” 14 alunos (53,8%) responderam com “sim”; 11 alunos (42,3%) responderam com “em parte”; e 1 aluno (3,8%) respondeu com “não”. A esquematização dessa pergunta está representada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Perfil de respostas obtidas com a pergunta “Você considera o conteúdo teórico ministrado em ambiente virtual completo e bem explanado?”.



Fonte: Autoria própria.

Na segunda pergunta “Os vídeos editados e encaminhados facilitaram o entendimento e compreensão das técnicas apresentadas?” foram obtidas 20 respostas (76,9%) “sim”; 6 respostas (23,1%) “em parte”. Nenhum aluno assinalou “não” nessa pergunta. Os resultados foram expostos no Gráfico 2.

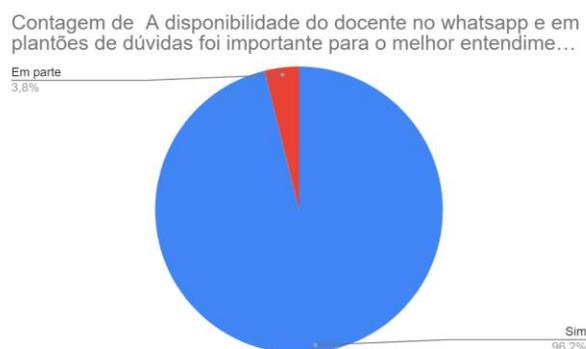
Gráfico 2 - Padrão obtido a partir das respostas à pergunta “Você considera o conteúdo teórico ministrado em ambiente virtual completo e bem explanado?”.



Fonte: Autoria própria.

Perguntados sobre “A disponibilidade do docente no *WhatsApp* e em plantões de dúvida foi importante para o melhor entendimento do conteúdo?” se obteve 25 respostas (96,2%) “sim” e 1 resposta (3,8%) “em parte”. Não foram obtidas respostas “não”. O gráfico 3 contém estas respostas.

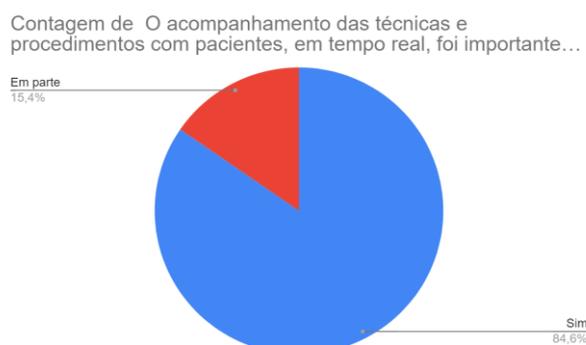
Gráfico 3 - Padrão obtido com as respostas recebidas para a questão “A disponibilidade do docente no *WhatsApp* e em plantões de dúvida foi importante para o melhor entendimento do conteúdo?”.



Fonte: Autoria própria.

Ao serem perguntados se “O acompanhamento das técnicas, com pacientes, em tempo real foi importante para melhor entender a teoria ministrada”, 22 alunos (84,6%) responderam “sim” e 4 (15,4%) responderam “em parte”. Nenhum aluno respondeu “não”. Tais respostas foram expostas no Gráfico 4.

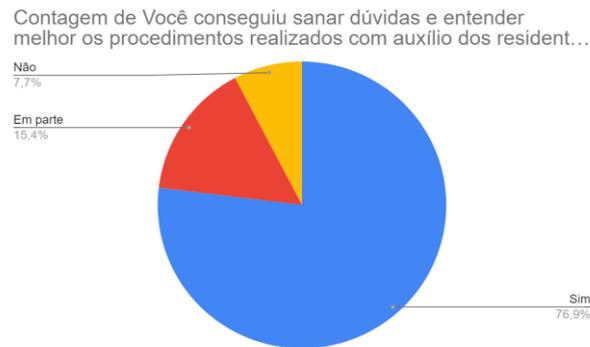
Gráfico 4 - Padrão de respostas obtido dada a pergunta “O acompanhamento das técnicas, com pacientes, em tempo real foi importante para melhor entender a teoria ministrada?”.



Fonte: Autoria própria.

Em relação à pergunta “Você conseguiu sanar dúvidas e entender melhor os procedimentos realizados com auxílio dos residentes/docente?” 20 alunos (76,9%) indicaram “sim” como resposta, 2 alunos (7,7%) indicaram “não” como resposta, e 4 alunos (15,4%) indicaram “em parte” como resposta. O Gráfico 5 foi obtido com estas respostas.

Gráfico 5 - Padrão de respostas referente à pergunta “Você conseguiu sanar dúvidas e entender melhor os procedimentos realizados com auxílio dos residentes/docente?”.



Fonte: Autoria própria.

Feita a pergunta “Após presenciar a rotina cirúrgica e os procedimentos realizados você se sentiu mais confiante para praticar as técnicas ministradas?” os discentes indicaram 13 respostas (50%) “sim”; 2 respostas (7,7%) “não” e 11 respostas (42,3%) “em parte”. Esses dados foram demonstrados no Gráfico 6.

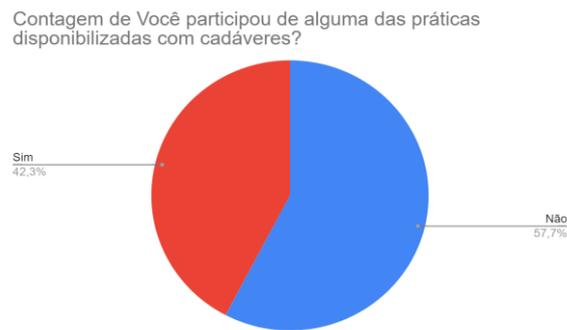
Gráfico 6 - Esquematização dos resultados da pergunta “Após presenciar a rotina cirúrgica e os procedimentos realizados você se sentiu mais confiante para praticar as técnicas ministradas?”.



Fonte: Autoria própria.

Os resultados encontrados a partir da pergunta “Você participou de alguma das atividades disponibilizadas com cadáveres?” foram que 11 alunos (42,3%) responderam “sim” e 15 alunos (57,7%), “não”. Tais resultados foram indicados no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Padrão de respostas obtidas com o questionamento “Você participou de alguma das atividades disponibilizadas com cadáveres?”.



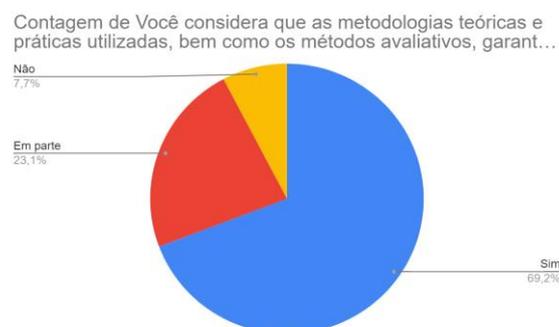
Fonte: Autoria própria.

Para a pergunta “Essa experiência acrescentou habilidades manuais e confiança para realizar técnicas ministradas?”, dentre os 11 alunos que participaram das práticas com cadáveres, 7 (63,6%) indicaram “sim” e 4 (36,4%) indicaram “em parte” como resposta.

Após feita a pergunta “Conseguiu treinar alguma das manobras específicas de cirurgias ou padrões de sutura apresentados em aulas teóricas?”, dos 11 alunos que participaram da prática com cadáveres, 8 (72,7%) responderam à pergunta com “sim” e 3 (27,3%) com “em parte”.

Para a décima primeira pergunta, “Você considera que as metodologias teóricas e práticas utilizadas, bem como os métodos avaliativos, garantiram, no ensino à distância de caráter emergencial, um bom entendimento das técnicas cirúrgicas e um bom aproveitamento da disciplina?”, obteve-se 18 respostas (69,2%) “sim”, 2 respostas (7,7%) “não” e 6 respostas (23,1%) “em parte”. Este compilado está demonstrado no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Padrão de respostas obtidas para a pergunta “Você considera que as metodologias teóricas e práticas utilizadas, bem como os métodos avaliativos, garantiram, no ensino à distância de caráter emergencial, um bom entendimento das técnicas cirúrgicas e um bom aproveitamento da disciplina?”.



Fonte: Autoria própria.

Ao serem incitados a contribuir com sugestões para melhorar a metodologia utilizada na disciplina, os alunos teceram os seguintes comentários indicados no Quadro 2.

## 2. Foram obtidas 16 sugestões.

Quadro 2 - Sugestões enviadas pelos discentes para melhoria na metodologia utilizada na ministração da disciplina.

COMENTÁRIOS E SUGESTÕES PARA MELHORIA DA METODOLOGIA DA DISCIPLINA
“Uma melhor imersão na pratica, e os residentes da cirurgia permitir ao menos o auxílio nas cirurgias.”
“Minhas sugestões vão para as técnicas cirúrgicas de grandes animais. Apesar de estar consciente sobre a impossibilidade da realização de cirurgias nesses animais à campo, senti falta de conteúdo tanto na parte teórica quanto nos próprios vídeos, os quais não tivemos nenhum acesso. Além disso, soube que foram atendidos alguns animais de outras espécies, que não cão e gato, fora da rotina do centro cirúrgico, cujo acesso aos procedimentos ficou retido somente para alguns alunos. Gostaria que avisassem ou gravassem os procedimentos e disponibilizassem para os alunos, mesmo para aqueles que não estão mais cursando a disciplina de técnicas (meu caso). Acredito que isso, de alguma forma, nos ajudaria a ter um entendimento melhor sobre as técnicas em diversas espécies de animais, garantiria melhor aproveitamento da disciplina e nos prepararia para a disciplina de clínica cirúrgica. Ademais, se possível, gostaria que o grupo do <i>WhatsApp</i> fosse mantido no decorrer do próximo semestre, para o envio de materiais suplementares, principalmente vídeos de procedimentos que ainda não vimos. Acredito que o processo de aprendizado deve ser contínuo, não sendo restrito somente para um semestre. Por fim, agradeço o esforço e apreciei todas as metodologias apresentadas; na minha opinião funcionaram super bem.”
“Se possível uma maior rotatividade nas atividades realizadas com cadáveres e no centro cirúrgico, porque foram essenciais na aprendizagem.”
“Infelizmente o momento permitiu a frequência das aulas práticas, porém é notável que a disciplina foi ministrada da melhor maneira possível dentro das limitações, as aulas em cadáveres foram muito proveitosas, acredito que dentro das possibilidades a participação dos alunos no centro cirúrgico colaboram de uma maneira muito favorável ao aprendizado.”
“Permitir que os alunos treinem, além de padrões de sutura, as manobras cirúrgicas (perante os conhecimentos adquiridos na disciplina).”
“É até difícil sugerir alguma melhoria pois eu já achei o professor Tiago extremamente esforçado no repasse dos conteúdos, creio que ele abordou completamente a programação. Apenas gostaria que cada reunião dele ficasse gravada para os alunos, visto que apenas algumas aulas eram disponibilizadas para visualização posterior. Me refiro as aulas iniciais e as reuniões para tirar dúvidas, as quais não foram gravadas para posterior revisão dos alunos. Se o professor optasse por usar o <i>Microsoft Teams</i> ao invés do <i>Google Meet</i> creio que seria mais fácil a gravação das aulas ministradas, como alguns outros docentes já fazem.”
“A atividade prática em maior número, estimular os discentes a participarem efetivamente das cirurgias, mesmo que auxiliando em coisas básicas e maior contato entre os alunos e monitores da disciplina (para complementar o ensino).”
“Fórum de discussão online sobre vídeos de técnicas cirúrgicas; Comentários simultâneos aos vídeos nas aulas como foi feito na segunda avaliação (mesmo se as aulas forem gravadas); mais vídeos sobre cirurgia em animais silvestres ou pets não convencionais ♥.”
“Quando possível, permitir maior interação do discente na realização de suturas ou auxílio nas cirurgias.”



“Em vista a situação atual acho que o professor ministrou a disciplina da melhor forma possível. Quando possível seria interessante aplicar mais treinamentos em cadáveres pois é na pratica que surgem as maiores dúvidas.”
“Explanar técnicas cirúrgicas de procedimento mais vistos no hospital veterinário como as cirurgias ortopédicas, mastectomias e até mesmo as oculares, o uso de vídeos para a compreensão do assunto sempre é uma ótima alternativa, pois facilita o aprendizado principalmente quando se trata de conteúdos práticos.”
“Mais práticas cirúrgicas, ter acesso a treinamentos de sutura.”
“A única maneira de assimilar as técnicas melhor, seriam nas práticas presenciais mesmo.”
“Mais aulas práticas.”
“Mais vídeos de nos aproximem da prática.”
“Melhores vídeos das cirurgias e mais práticas, de resto tudo muito bom!”
“Visto a situação, foi ministrada na melhor forma possível.”

Fonte: Autoria própria.

Vale salientar que dos 15 alunos que não participaram das práticas realizadas com cadáveres, 10 (66,7%) indicaram como melhoria um número maior de práticas para melhor imersão na disciplina.

#### 4. DISCUSSÃO

O ensino remoto emergencial tornou-se a realidade de milhões de estudantes e professores ao redor do mundo em 2020, e com a perspectiva de continuação da pandemia e necessidade de manutenção do distanciamento social, faz-se imprescindível a geração de conhecimento acerca do tema. Esse cenário incita a utilização de ferramentas do ensino a distância (EAD) para ministrar aulas que em situações comuns seriam ministradas de forma presencial, mas por questões atípicas precisam ser aplicadas de forma remota (MOHAMMED et al., 2020).

O impacto dessa mudança abrupta no ensino foi amenizado devido à capacidade de adaptação às atividades de ensino remoto e domínio das tecnologias pelos estudantes, porém torna-se primordial que o professor tenha conhecimento e habilidades necessárias para manusear tais recursos (JOYE et. Al., 2020). A partir disso o trabalho criou uma metodologia singular, pautada em métodos de ensino e aprendizagem que promovam a centralidade e a participação ativa do aluno, mesmo em ambiente virtual, além de fomentar reflexão, criticidade, trabalho em equipe, curiosidade, e valores éticos. Além disso, a relação humana-animal, tão relevante para a formação veterinária, foi incluída fazendo uso do distanciamento dos discentes em cenários de prática, aspirando à aquisição de habilidade cirúrgica. e execução de procedimentos cirúrgicos, como diérese, hemostasia, exérese e síntese, de assepsia,

para que a formação dos acadêmicos não fique defasada e incompleta em momento pandêmico (NETTO et al., 2016).

Em consonância com Dosea e colaboradores, em 2020, que obtiveram um alto índice de aceitação do processo de aprendizagem pelos acadêmicos (85%), a metodologia aplicada no presente trabalho obteve aceitação de forma integral por 69,2% dos alunos e de forma parcial por 23,1% dos discentes, indicando uma boa adaptação. Dentre os recursos utilizados na disciplina, os de maior porcentagem de apreciação foram: o encaminhamento de vídeos com demonstração didática das técnicas apresentadas (76,9%) e o acompanhamento do docente via *WhatsApp* (96,2%); o acompanhamento em tempo real de pacientes (84,6%); o treino de manobras e técnicas em cadáveres (72,7%). Além disso, a partir das práticas no hospital veterinário, 50% dos discentes indicaram ter maior confiança na realização das técnicas apresentadas e, após o treinamento em cadáveres, 63,6% dos participantes, sentiram-se mais habilidosos e confiantes em relação às manobras apresentadas. Dessa forma, em consenso com Vieira et. al. (2020), a pesquisa indica que a maioria dos alunos avaliou positivamente os esforços para a manutenção das atividades de ensino remoto, tanto no que se refere às dinâmicas que estão sendo desenvolvidas, quanto à adesão às atividades.

Contudo é mister salientar que nesse processo de “ficar em casa” os estudantes percebem queda na produtividade, alterações de humor e sentimentos de angústia e ansiedade. A satisfação com a vida hoje é menor quando comparada a do período anterior à pandemia. O ensino remoto exige mais autonomia do aluno, que precisa dedicar, muitas vezes, um tempo extra para acessar os materiais e estudar, geralmente, sozinho. Percebe-se, portanto, um contraste em relação à modalidade presencial, onde há uma interação maior entre os alunos e entre discentes e docentes, seja pela proximidade ou pelo ambiente propício ao diálogo, quando esse é criado pelos participantes (VIEIRA, 2020). Esse sentimento de inadequação com o ambiente virtual ratifica-se em uma disciplina de caráter essencialmente prático. Ainda que tenha ocorrido a oferta de episódios de acompanhamento de rotina cirúrgica e treinos, foi relatada a carência dessas atividades pelos discentes, que sugerem a necessidade de maior número de experiências práticas. Ainda assim, para a maioria dos participantes, há uma influência positiva do isolamento social na satisfação, pois confiam na eficácia



dessa medida preventiva frente ao COVID-19, o que gera a sensação de segurança, e possibilita a aprovação evidenciada por muitos, que, em caráter emergencial, a disciplina foi ministrada de forma válida e eficiente.

Outro ponto interessante evidenciado com o preenchimento dos formulários é que 66,7% dos alunos que sugeriram como melhoria da metodologia um maior número de práticas, não participaram do treino de manobras e síntese em cadáveres. A participação desses alunos nessa atividade poderia acrescentado inúmeros benefícios aos mesmos no desenvolvimento de suas habilidades manuais.

Percebeu-se uma redução nos níveis de Satisfação com a Vida desde o início da pandemia, estando de acordo com os achados de Nogueira (2001), que mostra a importância da interação como forma de dar sentido às experiências e oferecer apoio, importantes elementos no processo de adaptação às novas rotinas. A adoção da metodologia apresentada no ensino remoto, assim como salientado nas observações de Vieira (2020), na Universidade Federal de Santa Maria, apesar de trazer alguns desafios, parece estar contribuindo para manter diversos aspectos da qualidade de vida e melhoria da saúde mental dos discentes.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa indicou que a maioria dos alunos avaliou positivamente os esforços para a manutenção das atividades de ensino remoto, tanto no que se refere às dinâmicas que estão sendo desenvolvidas, quanto à adesão às atividades.

Concluímos que a adaptação emergencial da disciplina de Técnicas Cirúrgicas viabilizou contato adequado dos alunos com os conteúdos programados, sem perda na execução do projeto pedagógico. Sendo possível realizar uma adequação das aulas teóricas, em ambiente virtual, das avaliações e das aulas práticas com ocupação reduzida e respeitando as regulamentações incitadas pela pandemia do COVID-19, de modo que o aprendizado não fosse comprometido de forma significativa com a mudança brusca de metodologia implementada.

## REFERÊNCIAS

BORSTEL, V. V.; FIORENTIN, Marianne Jungbluth; MAYE, L. **Educação em tempos de pandemia: constatações da Coordenadoria Regional de Educação de Itapiranga**. Palu et. al. Desafios da Educação em Tempos de Pandemia. Cruz Alta: Ilustração, p. 37-43, 2020.

- BRASIL, Diário Oficial da União. "Ministério da Educação/Gabinete do Ministro. (17 de março de 2020)."
- DA SILVA, Bruno Uratani. **Adaptação da disciplina de bioquímica ao ensino remoto emergencial**. IntegraEaD, v. 2, n. 1, p. 9-9, 2020.
- DA SILVA, Tarciso Feijó; DA SILVA RAMOS, Tatiana Cabral. **A graduação na área da saúde em tempos de pandemia da COVID-19: o ensino da disciplina de Prática de Promoção da Saúde e Prevenção de doenças**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e782997974-e782997974, 2020.
- DE ARAÚJO MOREIRA, Priscilla Barbosa et al. **Os desafios na formação de profissionais de educação em época de pandemia**. Research, Society and Development, v. 9, n. 11, p. e90491110534-e90491110534, 2020.
- DOSEA, Giselle Santana et al. **Métodos ativos de aprendizagem no ensino online: a opinião de universitários durante a pandemia de COVID-19**. Interfaces Científicas-Educação, v. 10, n. 1, p. 137-148, 2020.
- EMANUELLI, Gisela Biacchi. **Atração e refração na educação a distância: constatações sobre o isolacionismo e a evasão do aluno**. Revista GUAL, v. 4, n. 2, p. 205-218, maio-ago. 2011.
- ISHIDA, Jéssica Sayuri; STEFANO, Silvio Roberto; ANDRADE, Sandra Mara de. **Avaliação da satisfação no ensino de pós à distância: a visão dos tutores e alunos do PNAP/UAB**. Avaliação: revista da Avaliação da Educação Superior, Campinas, v. 18, n. 3, p. 749-772, nov. 2013.
- JOYE, Cassandra Ribeiro; MOREIRA, Marília Maia; ROCHA, Sinara Socorro Duarte. Educação a Distância ou Atividade Educacional Remota Emergencial: em busca do elo perdido da educação escolar em tempos de COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e521974299-e521974299, 2020.
- LEAL, Marina Monteiro. **Metodologias ativas no ensino remoto emergencial: estudo avaliativo com discentes de administração sobre os novos desafios no aprendizado**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- MARTINS FILHO, Emanuel Ferreira. **Métodos alternativos no ensino da técnica cirúrgica veterinária**. 2015.
- MOHMMED, Abdalellah O. et al. Emergency remote teaching during Coronavirus pandemic: the current trend and future directive at Middle East College Oman. **Innovative Infrastructure Solutions**, v. 5, n. 3, p. 1-11, 2020.



- MONTIEL, José Maria; AFFONSO, Suselei Aparecida Bedin; RODRIGUES, Stelio Joao; QUINELATO, Eiane. **Escala de percepção discente do ensino à distância: estudo de validade**. Avaliação Psicológica, *Itatiba*, v. 13, n. 3, p. 359-369, dez. 2014.
- NETTO, Fernando Antonio Campelo Spencer et al. **Projeto de ensino: modelo suíno de baixo custo para treinamento de drenagem torácica**. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões, v. 43, n. 1, p. 60-63, 2016.
- NOGUEIRA, Eliete Jussara et al. Rede de relações sociais: um estudo transversal com homens e mulheres pertencentes a três grupos etários. 2001.
- RODRIGUES, Danilo Ferreira. **Alternativas ao uso de animais no ensino da cirurgia veterinária e a Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás: revisão**. Medicina Veterinária (UFRPE), v. 7, n. 3, p. 47-58, 2013.
- SOUZA, Saulo Aparecido de.; REINERT, José Nilson. **Avaliação de um curso de ensino superior através da satisfação/insatisfação discente**. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, v. 15, n. 1, p. 159-176, 2010.
- SUGITA, Denis Masashi et al. **(Novas) competências docentes para o ensino remoto**. Anais do Seminário de Atualização de Práticas Docentes, v. 2, n. 1, 2020.
- VALENTE, Geilsa Soraia Cavalcanti et al. **O ensino remoto frente às exigências do contexto de pandemia: Reflexões sobre a prática docente**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e843998153-e843998153, 2020.
- VIEIRA, Kelmara Mendes et al. **Vida de estudante durante a pandemia: isolamento social, ensino remoto e satisfação com a vida**. EaD em Foco, v. 10, n. 3, 2020.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 82**. 2020.



# CAPÍTULO XXVIII

## EFICÁCIA E SEGURANÇA DOS TRATAMENTOS MEDICAMENTOSOS DA LEISHMANIOSE CANINA: REVISÃO INTEGRATIVA

EFFICACY AND SAFETY OF DRUG TREATMENTS FOR CANINE  
LEISHMANIASIS: INTEGRATIVE REVIEW

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-28

Rodrigo Carneiro Queiroz <sup>3</sup>  
Lucimary Leite de Pinho <sup>3</sup>  
Maria Wanessa Freires Rabelo <sup>3</sup>  
Angélica Maiara Freires Rabelo <sup>3</sup>  
Ana Caroline Rocha de Melo Leite <sup>2</sup>  
Rodolfo de Melo Nunes <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Doutor em Ciências Médicas. Professor adjunto e pesquisador da Unifametro/Unijaguaribe/ UFC

<sup>2</sup> Professora adjunta da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

<sup>3</sup> Graduando em Farmácia. Centro Universitário Fametro – Unifametro

### RESUMO

A Leishmaniose Visceral Canina ou Calazar é uma zoonose, podendo acometer humanos ou diversos animais de origem silvestre e urbana, tendo como seu principal reservatório os cães. Causada pelo protozoário *Leishmania Donovanii Chagasi*, sendo caracterizada como infecciosa sistêmica com evolução crônica, podendo levar ao óbito até 90% dos casos não tratados. Objetivo: Promover uma revisão integrativa da literatura sobre a eficácia e segurança dos medicamentos utilizados durante o tratamento da Leishmaniose Visceral Canina. Método: O estudo se trata de uma revisão integrativa, que por sua vez se refere a uma pesquisa descritiva com natureza aplicada e tendo como abordagem a forma qualitativa. Resultados: Após uma coleta de nas bases de dados restaram 10 artigos para serem analisados, todos os estudos selecionados buscaram mensurar a eficácia de algum tipo de tratamento da LVC, onde 7 estudos eram sobre a Miltefosina e 4 sobre o Alopurinol. Discussão: Foi possível conhecer novos medicamentos empregados a terapia da LVC, tendo um maior destaque ao tratamento padrão Miltefosina e Alopurinol, mesmo diante de novos tratamentos, ainda continuam sendo recomendados somente para

casos leves e moderados de LVC, onde conseguem diminuir a carga parasitária e regredir os sintomas de apresentados pelos cães. Conclusão: Os medicamentos e imunizantes utilizados até mesmo em combinações se demonstram seguro e eficazes aos animais tratados em casos leves e moderados, conseguindo interromper o ciclo de transmissão e reprodução do parasita no organismo do cão, não promovendo a cura, porém, deixando o animal de forma saudável após o tratamento.

**Palavras-chave:** Leishmaniose Canina. Tratamento. Eficácia. Segurança. Miltefosina.

### ABSTRACT

Canine Visceral Leishmaniasis or Calazar is a zoonosis that can affect humans or several animals of wild and urban origin, having dogs as its main reservoir. Caused by the protozoan *Leishmania Donovanii Chagasi*, characterized as systemic infectious with chronic evolution, which can lead to death in up to 90% of untreated cases. Objective: To promote an integrative literature review on the efficacy and safety of drugs used during the treatment of Canine Visceral Leishmaniasis. Method: The

study is an integrative review, which in turn refers to a descriptive research with an applied nature and having a qualitative approach. Results: After a collection of databases, 10 articles remained to be analyzed, all selected studies sought to measure the effectiveness of some type of CVL treatment, where 7 studies were about Miltefosine and 4 about Allopurinol. Discussion: It was possible to discover new drugs used in CVL therapy, with a greater emphasis on the standard treatment Miltefosine and Allopurinol, even in the face of new treatments, they are still recommended only for mild and

moderate cases of CVL, where they manage to reduce the parasite load and regress the symptoms presented by dogs. Conclusion: The drugs and immunizers used even in combinations are shown to be safe and effective for animals treated in mild and moderate cases, managing to interrupt the transmission and reproduction cycle of the parasite in the dog's body, not promoting a cure, however, leaving the animal in a healthy way after treatment.

**Keywords:** Canine Leishmaniasis. Treatment. Efficiency. Safety. Miltefosine.

## 1. INTRODUÇÃO

A Leishmaniose Visceral (LV) ou Calazar é considerada uma zoonose, podendo acometer humanos ou diversos animais de origem silvestre e urbana, tendo como seu principal reservatório os cães. Causada pelo protozoário *Leishmania Donovanii Chagasi*, esta doença se caracteriza como infecciosa sistêmica com evolução crônica, podendo levar ao óbito até 90% dos casos não tratados. No Brasil, sua transmissão ocorre através da picada do mosquito-palha (*Lutzomya Longipalpis*), porém somente as fêmeas desse mosquito podem transmitir essa doença. São consideradas hematófagas, pois necessitam de sangue para se nutrir e gerar sua prole (BRASIL, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019), cerca de 90% dos casos de Leishmaniose Visceral registrados na América Latina estão localizados no Brasil. Este alto índice está relacionado a fatores socioeconômicos e socioambientais. Sua maior incidência se encontra em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, onde fatores como baixo índice de educação e saneamento básico contribuem para a disseminação da doença (OPAS, 2021).

Por ser considerada uma doença sistêmica, a Leishmaniose Visceral pode acometer a pele e alguns órgãos internos, como é o caso do fígado, baço e medula óssea, gerando alguns sintomas como febre, anemia, perda de peso e um notório inchaço abdominal devido ao aumento do fígado e baço (BRASIL, 2020).

Atualmente, o tratamento medicamentoso para a Leishmaniose Visceral é composto por quatro principais medicações, são elas: o Antimoniato de meglumina e Estibogluconato (classe dos antimoniais pentavalentes), e a Anfotericina B Lipossomal e anfotericina desoxicolato B (antibióticos macrocíclicos). Esse último é indicado para

pacientes do grupo prioritário como, crianças, idosos, gestantes e os imunossuprimidos e para casos graves que não responderam bem aos outros dois medicamentos. Esses fármacos estão disponíveis de forma gratuita pelo Sistema Único de Saúde (OPAS, 2019).

No Brasil, o homem não possui importância como fonte de transmissão, porém, os cães mesmo após seguirem o tratamento podem não eliminar por completo o parasita do seu organismo, infectando outros insetos que não estariam infectados pelo protozoário (BRASIL, 2021).

Em 2008, através da portaria Interministerial ANVISA-MAPA 1.426, ficou proibida a liberação dos medicamentos de uso humano em animais, pois o risco de ser usado os mesmos fármacos poderiam ocasionar resistência farmacológica ao único e principal tratamento disponível atualmente. Somente em 2016 através da Nota Técnica Conjunta nº 001/2016 MAPA/MS, foi realizada a autorização do tratamento canino com a medicação Miltefosina (BRASIL, 2008; OPAS, 2019; BRASIL, 2016).

O tratamento com a miltefosina já estava sendo utilizado na Europa desde 1950, mas somente a pouco tempo ele foi regularizado no Brasil após forte pressão da comunidade veterinária, é um medicamento utilizado por via oral, a posologia será conforme o peso do animal e será administrada por volta de até 28 dias, esse medicamento consegue regredir os sintomas logo após a primeira semana, o animal deverá ser avaliado dependendo do caso a cada mês ou a cada 2 meses (MAPA, 2016).

A miltefosina (hexadecilfosfocolina), pertencente a classe das alquilfosfocolinas, antigamente utilizada no tratamento de câncer de mama, já no presente momento, sendo empregada como lestimanicida (conseguindo eliminar o parasita), na terapia da Leishmaniose, seu mecanismo de ação se dar por interferir na biossíntese de fosfolípidos e esteróis na membrana celular do parasito (BRASIL 2020).

Outro fármaco utilizado para o tratamento da LVC é o alopurinol, podendo agir como coadjuvante na terapia medicamentosa, é um inibidor da enzima xantina-oxidase tido como um medicamento de baixo custo e baixa toxicidade para o cão, consegue inibir a transcrição e tradução de proteínas de leishmania impedindo a multiplicação do parasita no organismo do cão agindo como leishmanioestático (JESUS, 2017).

A Leishmaniose Visceral Canina pode se manifestar de forma assintomática quando o animal não apresenta sintomas evidentes da doença ou na forma sintomática, podendo apresentar diferentes sintomas, como a perda da pelagem, ferimentos na pele



como úlceras e descamação do focinho, desnutrição, enfraquecimento dos membros inferiores e o crescimento e deformação das unhas. As duas formas são consideradas reservatórios e fonte de transmissão da doença (BRASIL, 2016).

Diversos fatores contribuem para a disseminação da LV no mundo, dentre eles destacam-se a poluição, desmatamento e a falta de informações para a população carente, um maior engajamento na prevenção e controle diante a população mais afetada é necessário, meios de combate ao inseto transmissor seria uma forma eficaz de prevenção e controle.

A Leishmaniose Visceral continua sendo um desafio para a saúde pública, pelo fato dos altos índices de prevalência e mortalidade, trazendo perigos para humanos e animais. doença, podendo acarretarem resistência farmacológica. Este estudo tem como justificativa o interesse de seu autor em atuar na área de pesquisa relacionada a medicamentos e zoonoses. Contudo, a falta de descobertas de novos tratamentos ou vacinas prejudicam o combate à doença, podendo acarretar resistência farmacológica. Este estudo tem como justificativa o interesse de seu autor em atuar na área de pesquisa relacionada a medicamentos e zoonoses.

Diante do déficit de pesquisas relacionadas ao tratamento da LVC, acrescentando o estado em que a doença se encontra atualmente, onde alguns países apresentam uma alta taxa de transmissão anual, além de ter dificuldades para controlar a proliferação, este estudo torna-se relevante por discutir a importância dos medicamentos para o tratamento da Leishmaniose Visceral Canina. Sendo possível notar que a falta do tratamento medicamentoso da LVC pode impactar diretamente na transmissão e no controle da doença, levando em conta o crescente números de casos ocorridos, acometendo humanos e caninos ao redor do mundo.

## 2. METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão integrativa, que por sua vez tem a intenção de analisar e sintetizar o conhecimento da literatura pesquisada, auxiliando nas discussões sobre os métodos e resultados das pesquisas, desse modo, contribuindo para elaboração de futuros estudos, dessa forma o aperfeiçoamento do conhecimento se dá mediante algumas etapas da pesquisa, como: formulação da pergunta norteadora, busca da literatura, coleta de dados, análise e avaliação crítica do conteúdo, discussão



dos resultados e apresentação (MENDES, K., SILVEIRA, R., & GALVÃO, C. 2008). Refere-se a pesquisa descritiva com natureza aplicada e tendo como abordagem a forma qualitativa. O estudo tem como base a seguinte pergunta norteadora: quais os principais tratamentos medicamentosos e as suas eficácias e segurança?

Sua população é caracterizada por artigos extraídos do SciELO, PubMed, LILACS e Google Acadêmico que possam contribuir para a resposta à pergunta de análise.

Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos completos encontrados nas plataformas de busca; escritos em português e inglês; temas e informações relevantes ao estudo, com a pretensão de obter dados atuais sobre a doença; então sendo utilizadas pesquisas a partir do ano de 2010 até 2020. Este espaço de tempo foi necessário para se obter um embasamento teórico relevante ao objetivo da pesquisa.

Como critérios de exclusão: estudos que não abordavam a temática desejada; que não declararam conflito de interesse; livros e estudos de casos.

Para coletar os artigos foi realizada uma busca sistemática nos seguintes indexadores eletrônicos: SciELO, PubMed, LILACS e Google Acadêmico, utilizando os descritores em português e inglês de acordo com a base de busca: “leishmaniose visceral canina ou canine visceral leishmaniasis”, “tratamento medicamentoso ou drug treatment”, “Miltefosina”, “Alopurinol ou allopurinol”, fazendo uso da combinação dos termos.

O instrumento utilizado será uma tabela criada no word, que organizará os artigos em: base, título, ano, autores, palavras-chaves, método e principais resultados, desta forma, possibilitando uma análise organizada dos estudos.

No primeiro momento foi selecionado o tema da pesquisa, elaborando a pergunta norteadora, traçando o objetivo do trabalho e construindo metodologia de pesquisa. Logo após, iniciou à procura dos artigos para construção do referencial teórico, atendendo os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos.

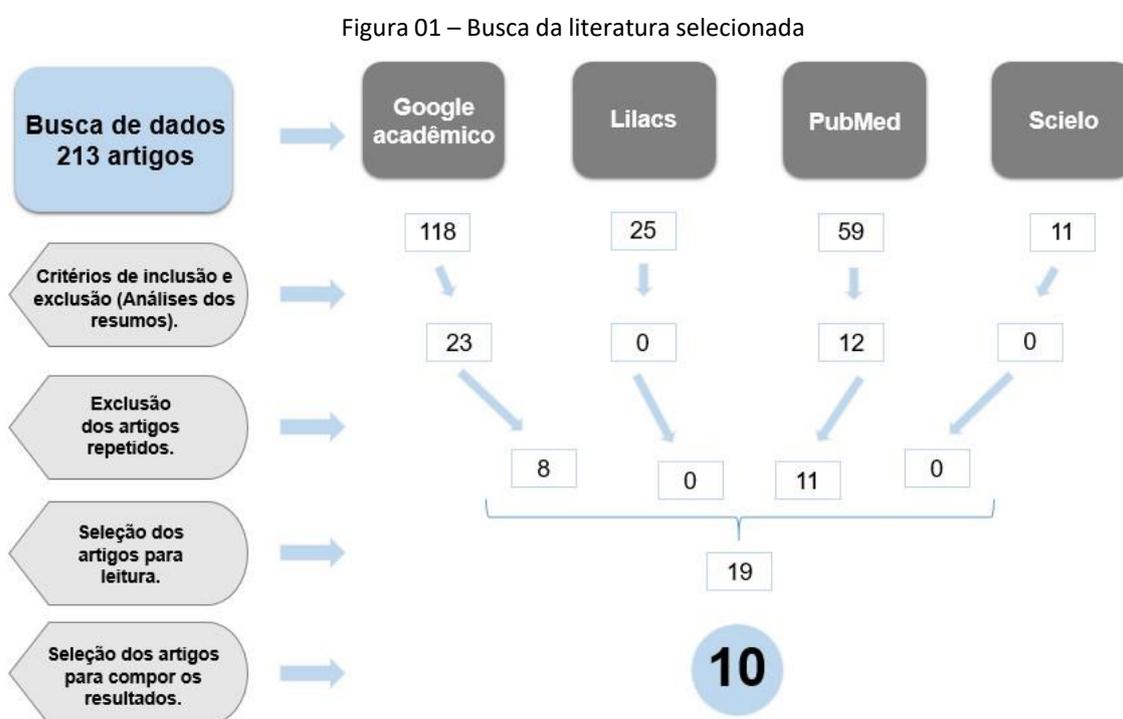
Os artigos estão sendo analisados com o objetivo de responder a proposta do trabalho.

Para este estudo não foi necessário submeter à apreciação do comitê de ética, pois como será feita uma revisão de literatura, não serão realizadas pesquisas com humanos e animais.



### 3. RESULTADOS

A busca resultou em 213 artigos, na qual foi feita uma leitura e avaliação junto a aplicação dos critérios de inclusão, exclusão e eliminação por duplicidade de artigos em diferentes plataformas de busca, restando 19 estudos que foram analisados buscando responder aos objetivos e a pergunta norteadora utilizada anteriormente. Após essa análise, apenas 10 artigos compuseram a amostra final. Na base de dados PubMed foram encontrados 59 artigos; no Google acadêmico, 118; na Lilacs, 25; na SciELO, 11. Para um melhor entendimento metodológico e de seleção dos artigos extraídos dessas bases de dados, foi realizado um fluxograma de identificação e escolha dos artigos conforme consta na figura 1.



Fonte: Fluxograma elaborado pelo autor (2021).

Dos 10 estudos selecionados todos buscaram mensurar a eficácia de algum tipo de tratamento para a LVC, alguns conseguiram estipular isso em porcentagem informando o quanto o tratamento foi eficaz, outros somente informaram em sua finalização, desses, 7 utilizam a Miltefosina para tratamento; 4 o Alopurinol; 2 o Antimoniato de Meglumina; 1 a Ondansetrona; 1 a Ranitidina; 1 a Cisteína proteinase (rLdcccys1) 1 o Propionibacterium acnes; 1 o Magnésio-amônio fosfolinoleato-palmitoleato imuno-modulador de anidrido (P-MAPA); 1 o Glucantime; receberam a vacina 1 Leish-111f + MPL-SE; e cada estudo teve o seu grupo controle no qual recebeu

placebo. Referente ao ano de publicação, identifica-se que houve produção nos anos de 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018, 2 artigos no ano de 2019 e o último em 2020.

A seguir foi elaborado um quadro no qual caracterizou os autores, ano de publicação, título do estudo, tamanho da amostra (quantidade de animais selecionados para o estudo), tratamento, eficácia desse tratamento, mortalidade na pesquisa e conclusão do estudo, selecionados mediante a pergunta norteadora.

Quadro 01 – Distribuição dos artigos selecionados conforme o ano, autores, título, amostra, tratamento, eficácia, mortalidade e conclusão.

Ano / Autores	Título do artigo	Tamanho da Amostra (Número de animais)	Tratamento	Eficácia	Mortalidade durante ou após o tratamento	Conclusão
2020 Larussi et al.	Comparação de dois regimes de dosagem de miltefosina, ambos em combinação com alopurinol, em achados clínicos e parasitológicos em cães com leishmaniose: um estudo piloto.	34 cães	Terapia combinada de Miltefosina 2mg/kg – Alopurinol 10mg/kg	X= 61,7% Y= 71,6%	Zero	Testadas a mesma medicação em dosagens distintas em 2 grupos diferente (X e Y) no qual os 2 se mostraram eficazes, tendo um melhor desempenho o grupo Y, conseguindo reduzir a carga parasitária e os sintomas.
2019 Nogueira et al.	Uso da Miltefosina para o tratamento da Leishmaniose Visceral Canina causada pela <i>Leishmania infantum</i> no Brasil.	35 cães	Miltefosina 2mg/kg	94,2%	Zero	Obteve-se uma melhora clínica significativa evidenciada nos cães, em conjunto com uma diminuição considerável da carga parasitária.
2019 Santos et al.	Antimoniato de meglumina e miltefosina combinados com alopurinol sustentam ambientes imunológicos pró-inflamatórios durante o tratamento da leishmaniose canina	23 cães	Miltefosina 2mg/kg combinada com Alopurinol 10mg/kg e antimoniato de Meglumina 100mg/kg combinada com Alopurinol 10mg/kg	Boa	Zero	Os dois tratamentos se mostraram eficazes conseguindo reduzir a carga parasitária, meglumina se mostrou mais rápido na recuperação do animal mediante aos seus sintomas.

Ano / Autores	Título do artigo	Tamanho da Amostra (Número de animais)	Tratamento	Eficácia	Mortalidade durante ou após o tratamento	Conclusão
2018 Santos, Shammara	Miltefosina no tratamento de cães com leishmaniose: efeitos hematológicos e bioquímicos.	20 cães, no qual 10 são amostras e 10 são do grupo controle	Miltefosina 2mg/kg, Ondansetrona 1mg/kg/SID/VO e Ranitidina 2mg/kg/BID/VO	Boa	Zero	A miltefosina apresentou melhora clínica dos animais tratados, não apresentando efeitos hepatotóxicos e nefrotóxicos.
2016 Proverbio <i>et al.</i>	Redução da proteinúria após tratamento com miltefosina e alopurinol em cães naturalmente infectados com leishmaniose.	20 cães	Terapia combinada de Miltefosina 2mg/kg (MIL) – Alopurinol 10mg/kg	Boa	Zero	A miltefosina associada ao alopurinol é segura, e que não aumenta a proteinúria nos animais, indicando um bom tratamento para animais com função renal comprometida.
2015 Manna <i>et al.</i>	Acompanhamento de longo prazo de cães com leishmaniose tratada com meglumina antimoniatado mais alopurinol versus miltefosina mais alopurinol	18 cães	Miltefosina 2mg/kg/30 dias combinada com alopurinol 10mg/kg/30 dias.  Antimoniatado de meglumina 100mg/kg/30 dias combinada com alopurinol 10mg/kg/30 dias.	Boa	Zero	Feita a comparação entre antimoniatado de meglumina versus miltefosina, o primeiro se mostrou mais eficaz reduzindo a carga parasitária e regredindo os sintomas aparentes.



Ano / Autores	Título do artigo	Tamanho da Amostra (Número de animais)	Tratamento	Eficácia	Mortalidade durante ou após o tratamento	Conclusão
2014 Ferreira et al.	Uso de uma cisteína proteinase recombinante de Leishmania (Leishmania) infantum chagasi para a imunoterapia da leishmaniose visceral canina	30 cães	Cisteína proteinase (rLdcccys1) em combinação com o adjuvante Propionibacterium acnes.  Propionibacterium acnes.  Placebo.	Boa	20 cães	Dividido em 3 grupos, no qual 10 cães tomaram a combinação, 10 o P.C e os outros 10 placebos, o grupo que tomaram a combinação tiveram uma leve regressão dos sintomas e uma baixa carga parasitária, demonstrando que a imunoterapia foi relativamente eficaz no período de 12 meses, já os outros cães dos 2 grupos vieram a falecer sem o devido tratamento.
2013 Santiago et al.	Melhoria nos sinais clínicos e imunidade celular de cães com leishmaniose visceral usando o imunomodulador P-MAPA	20 cães	10 cães do grupo controle e 10 cães receberam 15 doses intramuscular de Magnésio-amônio fosfolinoleato-palmitoleato imunomodulador de anidrido (P-MAPA)(2,0 mg / kg)	Boa	1 cão do grupo controle devido a insuficiência renal.	Os animais que foram tratados com P-MAPA obtiveram uma boa resposta em seus testes clínicos e uma boa resposta a memória imune celular, não demonstrando nenhuma alteração nos níveis de enzimas hepáticas e sanguíneas após o tratamento caracterizando uma boa escolha de tratamento
2011 H.M. Andrade et al.	Avaliação da miltefosina para o tratamento de cães naturalmente infectados com L. infantum (= L. chagasi) no Brasil	14 cães	Miltefosina 2mg/kg	50%	Após o estudo, todos os animais foram sacrificados	O fármaco promoveu uma melhora clínica em animais com baixa carga parasitária, mesmo assim o autor não sugere o tratamento em regiões endêmicas como o Brasil.

Ano / Autores	Título do artigo	Tamanho da Amostra (Número de animais)	Tratamento	Eficácia	Mortalidade durante ou após o tratamento	Conclusão
2010 Trigo et al.	Tratamento da leishmaniose visceral canina pela vacina Leish-111f + MPL-SE	59 cães	G1: Recebeu Leish-111f + MPL-SE; G2: Foi tratado com Glucantime; G 3: Recebeu uma combinação da vacina e Glucantime; e o G4: Não recebeu tratamento.	G1: 95% G2: 89% G3: 50%	13 cães do grupo 4.	Após uma média de 6 meses do tratamento inicial obteve-se uma ótima eficácia nos 3 grupos, mas passado o tempo com 36 meses a melhoria clínica começou a diminuir, demonstrando que a combinação da vacina seria mais eficaz em casos leves de LVC.

Fonte: Quadro de seleção dos artigos elaborado pelo autor.

Diante do atual quadro, fica evidenciado a utilização de diversas formas de tratamento, no qual se predomina a utilização do medicamento padrão aprovado pelo Ministério da Saúde, posteriormente será feita uma discussão sobre esses achados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do atual cenário do tratamento da Leishmaniose Visceral Canina no mundo, fica claro a restrita lista de opções terapêuticas com poucas alternativas para a LV e LVC, nesse caso, é necessário dar suma importância para o desenvolvimento de novos tratamentos e apoio a novas drogas que venham a ser pesquisadas futuramente. Há uma necessidade constante de novos estudos para aprimorar a terapia canina, testes de outros fármacos que possam agir como coadjuvantes ou até mesmo um maior acompanhamento nos meses posteriores ao tratamento.

Em relação ao objetivo do estudo, foi possível analisar diversos tipos de tratamentos e estimar sua eficácia a curto prazo em animais infectados, os medicamentos e imunizantes demonstraram ser seguros aos animais em tratamento e as novas combinações de fármacos realizadas nos estudos. Reafirmando assim, que a eutanásia não é a única forma de controle da doença, sendo assim, sabemos que essas medicações ainda não promovem a cura, mas que conseguem parar o ciclo de transmissão do parasita, deixando o cão de forma saudável. Se porventura venha a apresentar alguma recidiva da doença, poderá voltar a utilizar o tratamento em questão.



Recomenda-se como futuros estudos a serem pesquisados a abordagem posterior ao tratamento da Leishmaniose Canina, no atual momento ainda não é relatado em estudos quanto tempo o animal fica saudável, se apresenta outras complicações ou em quanto tempo ele deve repetir o tratamento.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, HM et al. Avaliação da miltefosina para o tratamento de cães naturalmente infectados com *L. infantum* (= *L. chagasi*) no Brasil. *Parasitologia veterinária*, v. 181, n. 2-4, pág. 83-90, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Nota Técnica nº 11/2016/CPV/DFIP/SDA/GM/MAPA. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.sbmt.org.br/portal/wp-content/uploads/2016/09/nota-tecnica.pdf>. Acesso em: 01/03/2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Leishmaniose Visceral. Brasília, 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde Departamento de Imunização e Doenças Transmissíveis Coordenação-Geral de Vigilância de Zoonoses e Doenças de Transmissão Vetorial. NOTA INFORMATIVA Nº 13/2020-CGZV/DEIDT/SVS/MS. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/media/pdf/2020/dezembro/17/nota-informativa-miltefosina.pdf>. Acesso em: 23/11/2021.
- BRASIL. Secretária de Vigilância em Saúde. II Fórum de Discussão sobre o Tratamento da Leishmaniose Visceral Canina. Brasília, 2009. Disponível em: < <https://www.paho.org/bra/dmdocuments/II-Forum-Tratamento-Leishmaniose-visceral-canina-2009.pdf>>. Acesso em: 08/03/2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Manual de Vigilância e Controle da Leishmaniose Visceral. 1. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.
- CEARÁ. Secretaria da Saúde. Boletim Epidemiológico: Leishmaniose Visceral. Fortaleza, p. 14, 2019
- DOS SANTOS NOGUEIRA, Fabio et al. Uso da miltefosina no tratamento da leishmaniose visceral canina causada por *Leishmania infantum* no Brasil. *Parasitas e vetores*, v. 12, n. 1, pág. 1-11, 2019.
- FERREIRA, Josie Haydée Lima et al. Uso de uma cisteína proteinase recombinante de *Leishmania* (*Leishmania*) *infantum chagasi* para a imunoterapia da leishmaniose visceral canina. *PLoS negligenciou doenças tropicais*, v. 8, n. 3, pág. e2729, 2014.



- FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz. Leishmaniose. Disponível em: <<https://portal.fiocruz.br/taxonomia-geral-7-doencas-relacionadas/leishmaniose-0>>. Acesso em: 15/03/2021.
- JERICÓ, M.; KOGIKA, M.; ANDRADE, J. Tratado de medicina interna de cães e gatos. Guanabara Koogan 2015.
- JESUS, C. Farmacocinética do Alopurinol em Cães Tratados para Leishmaniose Visceral Naturalmente Adquirida. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.
- LARUSSI, Fabrizio et al. Comparação de dois regimes de dosagem de miltefosina, ambos em combinação com alopurinol, em achados clínicos e parasitológicos de cães com leishmaniose: um estudo piloto. *Fronteiras na ciência veterinária*, v. 7, p. 1068, 2020.
- MANNA, Laura et al. Acompanhamento de longo prazo de cães com leishmaniose tratados com antimoniato de meglumina mais alopurinol versus miltefosina mais alopurinol. *Parasitas e vetores*, v. 8, n. 1, pág. 1-9, 2015.
- MENDES, Karina Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & contexto- enfermagem*, v. 17, n. 4, p. 758-764, 2008.
- OLIVA, Gaetano et al. Diretrizes para o tratamento da leishmaniose em cães. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 236, n. 11, pág. 1192-1198, 2010.
- OMS. Organização Mundial de Saúde. Leishmaniose: Situação epidemiológica. OMS, 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/leishmaniasis/burden/en/>>. Acesso em: 27/02/2021.
- OMS. Organização Mundial de Saúde. Leishmaniose: Controle de Vetores. OMS, 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/leishmaniasis/vector-control/en/>>. Acesso em: 27/02/2021.
- PAHO - Pan American Health Organization. Leishmaniasis Washington: 2021. Disponível em <<https://www.paho.org/en/topics/leishmaniasis>>. Acesso em: 22/03/2021.
- PROVERBIO, Daniela et al. Redução da proteinúria após tratamento com miltefosina e alopurinol em cães naturalmente infectados com leishmaniose. *Mundo veterinário*, v. 9, n. 8, pág. 904, 2016.



REGUERA, R. M., MORÁN, M., PÉREZ-PERTEJO, Y. Current status on prevention and treatment of canine leishmaniasis. *Veterinary Parasitology*, v. 227, n. 2016, p. 98 - 114, 2016.

SANTIAGO, Maria Emília B. et al. Melhora dos sinais clínicos e da imunidade celular de cães com leishmaniose visceral com o uso do imunomodulador P-MAPA. *Acta tropica*, v. 127, n. 3, pág. 174-180, 2013.

SANTOS, Marcos Ferreira et al. Antimoniato de meglumina e miltefosina combinados com alopurinol sustentam ambientes imunológicos pró-inflamatórios durante o tratamento da leishmaniose canina. *Fronteiras na ciência veterinária*, v. 6, p. 362, 2019.

SANTOS, Shammara Noletto. Miltefosina no tratamento de cães com leishmaniose: efeitos hematológicos e bioquímicos. 2018.

TRIGO, Joelma et al. Tratamento da leishmaniose visceral canina pela vacina Leish- 111f + MPL-SE. *Vaccine*, v. 28, n. 19, pág. 3333-3340, 2010.

# CAPÍTULO XXIX

## A IMPORTÂNCIA DOS EPIS PARA A SEGURANÇA DOS TRABALHADORES DE AÇOUQUES EM PAULISTANA, PIAUÍ

THE IMPORTANCE OF PPE FOR THE SAFETY OF WORKERS BUTCHER SHOPS IN PAULISTANA, PIAUÍ

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-29

Eduardo Sousa da Silva <sup>1</sup>  
Kelly Lurdes do Nascimento <sup>1</sup>  
Luana Silva Sepedro <sup>1</sup>  
Roseany de Carvalho Sousa <sup>1</sup>  
Wandemberg Rocha Freitas <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Administração, IFPI.

<sup>2</sup> Orientador. Professor do Curso Bacharelado em Zootecnia, IFPI. Doutor em Zootecnia.

### RESUMO

O presente estudo buscou analisar os fatores que podem influenciar em acidentes nos açougues do município de Paulistana-PI. A pesquisa tem uma abordagem qualitativa, descritiva e como exploratória, sendo realizado um estudo de caso com os proprietários das organizações. Para a coleta de dados aplicou-se uma entrevista com os donos dos açougues, a fim de coletar informações sobre os riscos de acidentes dentro dos estabelecimentos. Ademais, verificou-se que os empreendedores possuem algum conhecimento sobre segurança do trabalho e identificou-se o rápido corte com a faca e o manuseio das máquinas como maior condição de vulnerabilidade dentro das empresas. A partir dos resultados é possível notar a importância do uso adequado dos equipamentos de proteção individual - EPI nos açougues. Como ação interventiva foi criado e entregue uma cartilha com informações sobre segurança do trabalho.

**Palavras chaves:** Gestão de Açougues. Manipulação de Alimentos. Saúde Ocupacional.

### ABSTRACT

The present study sought to analyze the factors that may influence accidents in butcher shops in the city of Paulistana-PI. The research has a qualitative, descriptive and exploratory approach, with a case study being carried out with the owners of the organizations. For data collection, an interview was applied with the butchers' owners, in order to collect information about the risks of accidents within organizations. In addition, it was found that entrepreneurs have some knowledge about work safety and quick cutting with a knife and handling machines was identified as the greatest condition of vulnerability within companies. From the results it is possible to note the importance of the proper use of personal protective equipment - PPE in butcher shops. As an interventional action, a booklet with information on work safety was created and delivered.

**Keywords:** Butchery Management. Food Handling. Occupational Health.



## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, entre 2016 e 2020, somente no setor frigorífico aconteceram 85.123 acidentes de trabalho, sendo que destes, 64 pessoas chegaram a perder suas vidas. Os frigoríficos concentram muitas ameaças a saúde dos colaboradores comparado com outras atividades humanas, realizando cerca de 70 até 90 movimentos por minuto, empregando força excessiva, ficando com a postura incorreta, correndo riscos de acidentes com facas, tendo que se submeter às prorrogações na jornada de trabalhos insalubres, dentre outros riscos ( ALIAGA et al., 2021).

Em 2015, no município de Paulistana-PI, realizou-se um estudo no Matadouro Público Municipal, avaliando as condições físicas e higiênicas do estabelecimento. Essa pesquisa comprovou que não havia uma inspeção sanitária dos alimentos de origem animal, o estabelecimento não utilizava a recomendação do abate humanitário, realizavam todo o procedimento no chão do matadouro e não existia tratamento de esgotos, sendo despejados a céu aberto ( OLIVEIRA et al., 2015).

O objeto de estudo deste trabalho foram dois açougues, localizados no município de Paulistana-PI. Segundo Sidersky (2016), a cidade de Paulistana é conhecida como o centro da Chapada do Vale do Itaim, que se destaca por ter uma importante feira de compra e venda de caprinos e ovinos, contribuindo como uma das maiores cadeias produtivas da região.

Este estudo se torna relevante pela necessidade de muitos empreendimentos avaliarem os fatores que possam intervir na saúde física dos profissionais, verificarem os riscos de não utilizarem equipamentos de segurança adequados e, como parte do processo, sendo importante para auxiliar no crescimento da organização. Sendo assim, é imprescindível que as organizações conheçam as ameaças e os pontos fortes, para estarem sempre buscando melhorias para o ambiente interno do estabelecimento.

O trabalho faz-se importante devido analisar os fatores que podem influenciar em acidentes nos estabelecimentos de manipulação e comercialização de produtos cárneos no município de Paulistana-PI. Essa pesquisa tem por finalidade auxiliar no desenvolvimento dos açougues do município, por meio da análise realizada nos empreendimentos.

Mostra-se a significância desse trabalho para os pesquisadores na área da segurança do trabalho e comercialização de produtos de origem animal, principalmente no uso adequado dos equipamentos de EPI. O projeto tem como meio proporcionar a interdisciplinaridade, juntando os cursos de zootecnia (manipulação de matérias-primas de origem animal), de segurança do trabalho (a importância do uso correto dos equipamentos de segurança - EPI) e da administração (os açougues).

Nesse contexto, este estudo objetiva analisar os fatores que podem influenciar em acidentes nos açougues do município de Paulistana-PI, demonstrando como a rapidez ao manusear equipamentos e objetos cortantes podem influenciar na saúde física dos colaboradores, verificando os riscos de não utilizar equipamentos de segurança adequados e criando uma cartilha informativa sobre o uso dos equipamentos de proteção individual - EPIS.

A problemática da pesquisa parte da seguinte indagação: a falta de informação, cuidado e atenção com os colaboradores dos açougues pode influenciar em acidentes de trabalho nos estabelecimentos que manipulam produtos cárneos em Paulistana-PI?

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados os principais conceitos de segurança do trabalho, açougues e comercialização.

### 2.1. SEGURANÇA DO TRABALHO NAS ORGANIZAÇÕES

A vida dos trabalhadores tornou-se extremamente importante em relação ao passado, quando eram facilmente substituídos por algo que dava errado. Hoje, existem leis que defendem a integridade dos funcionários durante o horário de trabalho e, essas leis, garantem um ambiente favorável e melhores resultados locais (SOUSA; RODOLPHO, 2020).

Ressalta-se que os agravos à saúde do trabalhador evoluíram historicamente e socialmente devido ao crescimento econômico e à diversificação dos processos produtivos. O aumento da atividade da indústria frigorífica levou à instalação de novas unidades fabris, à consolidação de unidades de todos os portes em grandes grupos econômicos, ao aumento de empregos formais e, além disso, ao aumento de acidentes e doenças relacionadas ( OLIVEIRA; MENDES, 2014).



A segurança do trabalho deve ser vista como um investimento no material humano das empresas. A partir do instante em que a prevenção ao acidente se torna prioridade, o ambiente fica mais agradável, os colaboradores se sentem mais motivados e valorizados aumentando sua produtividade, além de cumprir a legislação, também proporciona aos empregados um ambiente de trabalho seguro, aumentando a produtividade e reduzindo os gastos e as perdas (ALMEIDA; NASCIMENTO; NUNES, 2018).

Contudo, nos dias atuais a segurança do trabalho é composta por componentes relacionados à segurança física e mental dos colaboradores, propondo uma melhor qualidade de vida, redução de riscos e prevenção de acidentes, reduzindo assim a mortalidade na indústria brasileira (SOUSA; RODOLPHO, 2020).

Uma vez que, com a redução de acidentes e problemas de saúde no trabalho, a produtividade e a eficiência são melhoradas através da motivação, cooperação e moral dos trabalhadores. Como resultado, os trabalhadores se tornam mais eficientes por meio de métodos de trabalho mais eficientes e, portanto, minimizam custos imprevistos por meio de planejamento eficaz e planejamento contínuo, melhorando assim a qualidade do recrutamento e retenção de trabalhadores (ALMEIDA; NASCIMENTO; NUNES, 2018).

### 2.1.1. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI

O trabalho posterior em um açougue representa muitos riscos para os trabalhadores. Em grande parte porque envolve máquinas perigosas e o manuseio constante de facas afiadas para cortar carne e outros derivados que são processados no local. Uma das principais causas de acidentes é a não utilização de equipamentos de proteção individual e o descumprimento de normas e procedimentos na utilização de equipamentos de abate como moedores de carne e serras de fita (SILVA; DA SILVA; DANTAS, 2018).

Cabe ressaltar que, segundo a Prometal (2018), para todos esses fatores, existe uma solução para prevenir os acidentes de trabalho. São eles, EPI! Abaixo destaca-se os equipamentos necessários para realizar o trabalho com segurança em açougues: avental, bota de PVC, calça frigorífica, japona frigorífica, luva anticorte, luva térmica,

respirador descartável, perneira, touca descartável, óculos de proteção e protetor auditivo.

Inclusive, o EPI é dividido em grupos com base na área do corpo que protege. Essas áreas são: cabeça, membros superiores e inferiores, audição, respiração, tronco e pele (SILVA; DA SILVA; DANTAS, 2018).

Outro ponto importante ser abordado é a Norma Regulamentadora (NR)36 além de exigir que os empregadores adotem medidas protetivas com base nas recomendações da Análise Ergonômica do Trabalho (AET), garante o direito à suspensão e aponta questões que podem levar à intoxicação, como o uso de refrigerantes e amônia (JANUÁRIO; RODOLPHO, 2021).

A NR existe para determinar a segurança do trabalho em todos os locais de trabalho e, portanto, é obrigatória para todas as empresas que empregam empregados em regime CLT e oferecem risco à saúde e segurança dos empregados (PROMETAL, 2018).

Segundo Januário e Rodolpho (2021), antes da Norma Regulamentadora (NR) 36, que monitora os riscos do trabalho na indústria de processamento de carnes, a prevalência de mão de obra nessa indústria era superior a 35%. Após o estabelecimento das normas, observou-se uma queda para 20%, mas esse número ainda é muito alto

É notório que, havendo pausas, uso de todos os EPIs necessários, ambiente de trabalho agradável, para o empregado trará maior rendimento, bem como, para a empresa e terá menos impacto em sua saúde, diminuindo assim o número de acidentes (JANUÁRIO; RODOLPHO, 2021).

## 2.2. DEFINIÇÃO DE AÇOUGUE

Os açougues são divididos em dois tipos: as organizações que abatem e vendem suas próprias produções e os estabelecimentos que compram os produtos de origem animal e revendem para os consumidores. Tal produção pode ser feita por meio dos abatedouros que produzem ossos e carnes (PACHECO,2006).

Segundo Ferreira (2004) os açougues são organizações que abatem, comercializam os próprios produtos ou compram mercadorias de terceiros. Ou seja, além de comprar produtos de origem animal de outras organizações frigoríficas, também pode ser responsável por uma parte da produção do estabelecimento.

As principais diferenças entre açougues, matadouros e frigoríficos: nos açougues as atividades costumam ser mais artesanais, sendo de forma mais braçal para manipular e transportar as mercadorias; os matadouros são locais onde são feitos os abates dos animais; e, os frigoríficos, têm como principal objetivo a comercialização de produtos de origem animal. Dessa forma, mesmo tendo algumas diferenças os mesmos estão entrelaçados, pois para um funcionamento eficiente os setores dependem um do outro(PACHECO, 2006).

Segundo o manual prático do mestre açougueiro (2022), é de suma importância a utilização de equipamentos de proteção individual – EPI e a higienização nos ambientes de trabalho dos açougues, buscando evitar possíveis acidentes com cortes de facas, manuseio de máquinas cortantes e doenças.

### 2.3. COMERCIALIZAÇÃO

A população mundial deve chegar a 10 bilhões de pessoas em 2050, e este desenvolvimento representa uma maior procura por alimentos de origem animal (carne, aves, laticínios e ovos) que são considerados alimentos ricos para os seres humanos, principalmente pelo seu alto valor nutricional (CASTRO, 2020).

Na atualidade, o Brasil é o 6º país com maior consumo de carne por pessoa no mundo, ao lado de países com poder aquisitivo superior ao nosso, como Estados Unidos e Austrália. Conseqüentemente, estes produtos devem receber uma atenção especial de todos aqueles envolvidos nos processos de produção e comercialização (JUNQUEIRA,2021). De acordo com Matos (2012), a carne é um alimento facilmente contaminado, quando manipulada de forma exposta e indevida, podendo causar doenças de origem alimentar aos seres humanos.

A qualidade higiênico-sanitária de produtos de origem animal submete-se a instruções normativas que devem ser obedecidas em todos os pontos da cadeia produtiva, com início no pré-abate até a mesa dos consumidores. A distribuição e a comercialização nos pontos de vendas destes produtos merecem total atenção, já que são nestas etapas que se garante a manutenção da qualidade (SANTOS; GONÇALVES, 2010).

A estrutura dos canais de distribuição e comercialização da carne é dividida em três tipos de organizações: supermercados/hipermercados, açougues e boutiques de

carnes. Os supermercados/hipermercados representam aproximadamente 60% das vendas de carne (TELLECHEA, 2001).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa possui uma abordagem qualitativa, a qual segundo Gil (2010), essa abordagem requer extensa pesquisa sobre o objeto de pesquisa, levando em consideração as características de seu ambiente e da sociedade a que pertence. Utilizou-se também, a pesquisa-ação que é uma forma de investigação-ação, “quando concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo. Os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.65).”

Cabe ressaltar, que a técnica empregada no desenvolvimento da pesquisa foi o estudo de caso, que trata-se de um estudo aprofundado e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento (Gil, 2002). Bem como o estudo de caso, que “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo detalhado conhecimento, mediante outros delineamentos já considerados”(GIL, 2010, p. 37). Além disso, é considerada bibliográfica, pois desenvolveu-se com base em materiais já publicados.

Sobretudo, as formas de pesquisa são descritivas e exploratórias, e segundo Marconi e Lakatos (2003), o objetivo é descrever um fenômeno de forma completa e analisá-lo empírica e teoricamente.

#### 3.2. LÓCUS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em dois açougues, localizados na cidade de Paulistana-PI. O município tem aproximadamente 20.000 mil habitantes e está localizado na região do Vale do Itaim (IBGE, 2018).

#### 3.3. SUJEITO DA PESQUISA

Para o desenvolvimento da pesquisa realizou-se uma entrevista presencialmente com os proprietários dos açougues. Segundo Bakhtin (1997) a reflexão de poucos sujeitos pode alcançar parcialmente apenas a base dos fatos, sendo que a percepção

plena só acontece a partir de um conjunto de elementos que compõem por completo toda a organização.

### 3.4. INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Como instrumento de coleta de dados realizou-se as entrevistas, entre os dias 24 e 28 de outubro de 2022, sendo 15 perguntas abertas e 4 fechadas. Dessa forma, buscou-se verificar a importância de usar os equipamentos de segurança individual (EPI), seus benefícios e possíveis influências na saúde dos colaboradores.

As perguntas foram elaboradas conforme os equipamentos de segurança individuais, manipulação de matérias-primas de origem animal e açougues, sendo 01 questão sobre identificação pessoal, 03 questões sobre o empreendimento e 15 questões sobre segurança do trabalho.

### 3.5. AÇÃO INTERVENTIVA

Como ação interventiva criou uma cartilha com dicas e informações sobre o uso correto dos equipamentos de proteção individual - EPI.

Tabela 1: Entrega da cartilha

Açougues	Data de entrega	Horário de entrega
Açougues 1	12 de dezembro de 2022	10 hrs
Açougues 2	12 de dezembro de 2022	15 hrs

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

De acordo com a tabela 1, foi entregue a cartilha no dia 12 de dezembro de 2022 às 10 horas ao primeiro açougue e, às 15 horas, entregue ao segundo açougue.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. CARACTERÍSTICAS DOS PROPRIETÁRIOS E DOS AÇOUGUES

Para atingir os objetivos do presente trabalho, contou-se com a colaboração de dois microempreendedores residentes na cidade de Paulistana-PI, ambos respondentes são do sexo masculino com idade de 38 e 50 anos, escolaridade de nível médio completo e tempo de atuação na área de 10 e 22 anos, respectivamente, conforme descrito na tabela 02.

Tabela 02: Identificação dos empreendedores

Classificação	Açougue 1	Açougue 2
Gênero	Masculino	Masculino
Idade	50 anos	38 anos
Escolaridade	Ensino médio completo	Ensino médio completo
Tempo de serviço	10 anos	22 anos

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Em relação a quantidade de colaboradores que cada organização possui, o açougue 1 conta com quatro funcionários, sendo apenas um com carteira assinada, diferentemente da organização 2 que afirmou um total de zero funcionários.

#### 4.2. INFLUÊNCIA DA SEGURANÇA DO TRABALHO NOS AÇOUQUES

Os empreendedores ao serem questionados acerca do conhecimento sobre a segurança do trabalho, observou-se que o primeiro não tem instrução, mas possui interesse em conhecer mais a fundo, visto que, são assuntos de extrema relevância para o seu estabelecimento, e também é uma forma de conscientizar todos os envolvidos para cuidar da saúde. O açougue 2 disse possuir instruções, todavia não demonstrou abertura em conhecer mais sobre esse tipo de assunto, segundo a tabela 03.

Tabela 03: Segurança do Trabalho

Temática	Açougue 1	Açougue 2
Instrução sobre segurança do trabalho	“Não muito, mas tenho interesse”	“Sim.”
Importância da segurança do trabalho	“Muito importante é uma forma de conscientização de todos para cuidar da saúde. O trabalho seguro traz inúmeros benefícios.”	“Muito importante, ter bastante cuidado com o que está fazendo.”
Processo de segurança no trabalho dentro da empresa	“Como uma forma de cuidar dos meus funcionários, gerando um bem-estar para eles.”	“Uma forma de trazer benefícios e bem-estar.”
A influência do trabalho na saúde mental dos colaboradores	“Sim.”	“Com certeza.”

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)



Com isso, mesmo que não seja afirmado, há uma abertura para aprender mais sobre segurança no trabalho, pois os processos produtivos das empresas de abate e processamento de carnes são organizados de forma que as atividades laborais exercidas ofereçam risco potencial à saúde e segurança dos trabalhadores (ARAÚJO; GOSLING, 2008).

### 4.3. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL - EPI'S

Em relação aos equipamentos de proteção individual, constatou-se que o açougue 1 possui conhecimento, considerando uma forma de evitar acidentes e, frequentemente, utilizam luvas. Já o açougue 2, também possui conhecimento e, frequentemente, utilizam luvas e máscaras no ambiente de trabalho, demonstrado na tabela 04.

Tabela 04: Utilização de EPIS

Temática	Açougue 1	Açougue 2
Conhecimento sobre os equipamentos de proteção individual (EPIS)	"Sim."	"Sim."
Importância dos EPIS	"Sim, uma forma de evitar acidentes."	"Sim, considero."
EPIS utilizados dentro da organização	"Luvas ."	"Máscara, luvas."

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Vale ressaltar que um dos principais motivos de acidentes neste setor se deve ao uso indevido ou não, ou mesmo a falta de conscientização dos trabalhadores sobre a importância dos EPIS. Porém, seu uso exclusivo não elimina todos os riscos no ambiente de trabalho. Portanto, uma boa gestão da segurança da produção é necessária para eliminar ou reduzir os riscos (BISPO et al., 2022).

Ao serem perguntados sobre os acidentes de trabalho dentro das organizações, os entrevistados constataram que não havia acontecido nenhum acidente, afirmando que os colaboradores seguiam as regras de segurança estabelecidas pela empresa, de acordo com a tabela 05.

Tabela 05: Acidentes no trabalho

Temática	Açougue 1	Açougue 2
Acidente em seu ambiente de trabalho	“Não.”de	“Não.”
Regras de segurança do trabalho	“Sim.”	“Quando eu tinha funcionários, sim.”
Não utilizar o EPI necessário	“Que ele está arriscando sua própria vida.”	“Uma falta de responsabilidade.”

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

O número de acidentes de trabalho é inversamente proporcional ao tempo de empresa, ou seja, quanto mais tempo o trabalhador fica na empresa, menor o número de acidentes, e quanto menor o tempo de trabalho do trabalhador na empresa, maior o número de acidentes. Em termos de emprego, além de incorrer em despesas, o custo dessa questão pode ser revertido em investimentos em saúde e segurança dentro das organizações (BASTOS; GOMES, 2020).

Tabela 06: Riscos no ambiente de trabalho

Temática	Açougue 1	Açougue 2
Condições de vulnerabilidade de acidente dentro da sua empresa	“Acho que o manuseio rápido de faca, por exemplo.”	“As máquinas e energia”
Nível de riscos de acidentes	‘Médio .’	“Alto.”

Fonte: Elaborada pelos autores (2022)

Na tabela 6, observa-se que os empreendedores foram questionados sobre o risco de acidentes dentro dos estabelecimentos, a primeira organização respondeu que considera como risco médio e, a segunda, como risco alto, sendo o manuseio rápido da faca e o uso das máquinas como maior condição de vulnerabilidade.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com isso, torna-se visível a importância dos equipamentos de proteção individual nos açougues, visto que são elementos responsáveis por prevenir grande

maioria dos acidentes de trabalhos ou doenças profissionais típicas, tornando os estabelecimentos mais seguros tanto para os colaboradores como para os proprietários.

Através dos dados obtidos, constatou-se que as organizações possuem algumas informações sobre o tema de segurança do trabalho e consideram o nível de acidentes como risco médio. Já as principais condições de vulnerabilidade dentro das empresas são o rápido manuseio das facas e o manejo das máquinas.

Tendo em vista a escassez de conhecimento sobre a segurança no trabalho, criou-se uma cartilha, em que teve como objetivo levar informações e dicas da importância do uso adequado dos equipamentos de proteção individual – EPIS, sendo entregues nos estabelecimentos que participaram da pesquisa.

Cabe ressaltar algumas limitações encontradas durante esse período de execução do projeto, foram as dificuldades de entrar em contato com os colaboradores das organizações, pois são eles que estão diretamente expostos aos riscos de acidentes.

Para trabalhos futuros, sugere-se uma pesquisa com os empregados dos açougues, buscando analisar a influência de possíveis riscos, pois a qualidade de vida no ambiente de trabalho podem ser influenciados de diversas maneiras.

## REFERÊNCIAS

- ALIAGA, Márcia Kamei Lopez. et al. Por que tantos acidentes de trabalho, adoecimentos e mortes em frigoríficos?. **Diplomatique**, 2021. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/por-que-tantos-acidentes-de-trabalho-adoecimentos-e-mortes-em-frigorificos/>. Acesso em: 23 Set. 2022.
- ALMEIDA, C.; NASCIMENTO, T.; NUNES, N. M. **A IMPORTÂNCIA DA SEGURANÇA NO TRABALHO PARA AS ORGANIZAÇÕES**. Múltiplos Acessos, v. 3, n. 2, p. 85-98, 27 dez. 2018. Disponível em: <http://www.multiplosacessos.com/multaccess/index.php/multaccess/article/view/85>>. Acesso em: 29 Set. 2022.
- ARAÚJO, Gilberto Cifuentes Dias; GOSLING, Marlusa. Gestão de acidentes de trabalho em uma empresa frigorífica. **Pretexto**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 81-94, mar, 2008. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5058624>. Acesso em: 04 Dez. 2022.
- BASTOS, D. F.; GOMES CASAGRANDA, Y. ACIDENTES DE TRABALHO. Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN), v. 4, n. 1, 30 out. 2020.

- BISPO, E. da C. .; SANTOS, S. de J.; LOPES, OF; BERTOLDE, FZ; MOURA NETO, LG de. Acidentes de trabalho em frigoríficos brasileiros. *Investigação, Sociedade e Desenvolvimento* , [S. l.] , v. 11, n. 11, pág. e272111133356, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i11.33356. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33356> . Acesso em: 04 dez. 2022.
- CASTRO, M. T. Demanda global por alimentos e o risco de zoonoses. **Blog Food Safety, Brasil**. 06 abr. 2020. Disponível em:<<https://foodsafetybrazil.org/demanda-global-poralimentos-e-zoonoses/>> Acesso em: 01 de out. 2022.
- CHAGAS, José Augusto Castro. Projeto e construção de câmaras frigoríficas. *YORK Refrigeration*, Joinville, janeiro de 2019. <https://wiki.sj.ifsc.edu.br>. Acesso em: 28 Set. 2022.
- COPISP – 2015. Disponível em: 718-Texto do Artigo-1373-1577-10-20150630.pdf. Acesso em: 23 set. 2022.
- FERREIRA, **Aurélio Buarque de Holanda**. Míni Aurélio: O dicionário da língua portuguesa. 6 ed. Curitiba: Editora Positivo Ltda, 2004.
- GALL, Joana. Câmaras fria e suas diferentes finalidades na indústria brasileira. *Agro2.0*, Santa Catarina, março de 2019. Disponível em: <https://agro20.com.br/camara-fria/> Acesso em: 28 Set. 2022.
- GARCIA, Simone Domigues. Covid-19 em trabalhadores de frigoríficos: relação entre saúde do trabalhador e segurança alimentar. *Revista brasileira de medicina do trabalho*, São Paulo, dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.rbmt.org.br/details/1664/pt-BR/covid-19-em-trabalhadores-de-frigorificos--relacao-entre-saude-do-trabalhador-e-seguranca-alimentar>
- GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5 ed. São Paulo: **Atlas**, 2010.
- GIL, Antônio Carlos. Como Elaborar um Projeto de Pesquisa. 4. ed. São Paulo: **Atlas**, 2002
- JANUÁRIO, P. L.; RODOLPHO, D. RISCOS E ACIDENTES DE TRABALHO EM FRIGORÍFICOS NO BRASIL. *Revista Interface Tecnológica*, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 690–700, 2021. DOI: 10.31510/infa.v18i2.1267. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1267> . Acesso em: 8 dez. 2022.
- JUNQUEIRA, G. 4 razões para contar com um açougue no supermercado. **Info Varejo**. 09 mar.2021. Disponível em: <<https://www.infovarejo.com.br/razoes-acougue-supermercado/>> . Acesso em: 01 de out. 2022.
- MARCHI, Antonio. **Manual prático do mestre açougueiro**. Tecnologia em carne, 2018. Disponível em: <https://tecmeat.com.br/wp-content/uploads/2018/01/MANUAL-PR%C3%81TICO-DO-MESTRE-A%C3%87OUGUEIRO-FINALIZADO-retrato.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2022.



- MARCHI, Antonio. **Manual prático do mestre açougueiro**. Tecnologia em carne, 2018. Disponível em: <https://tecmeat.com.br/wp-content/uploads/2018/01/MANUAL-PR%C3%81TICO-DO-MESTRE-A%C3%87OUGUEIRO-FINALIZADO-retrato.pdf>. Acesso em: 07 dez. 2022.
- MARCONI, M. A. & Lakatos, E. M. Fundamentos de metodologia científica. (5 ed). São Paulo: Atlas. 2003.
- MATOS, Vanessa de Souza Rodrigues et al. Perfil sanitário da carne bovina in natura comercializada em supermercados. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 187-192, 2012.
- OLIVEIRA, Paulo Antonio Barros e Mendes, Jussara Maria Rosa. **Processo de trabalho e condições de trabalho em frigoríficos de aves: relato de uma experiência de vigilância em saúde do trabalhador**. Ciência & Saúde Coletiva [online]. 2014, v. 19, n. 12 [Acessado 6 Outubro 2022] , pp. 4627-4635. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.12792014>>. ISSN 1678-4561. <https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.12792014>.
- OLIVEIRA, Raylson Pereira de. et al. Matadouro Público Municipal de Paulistana - Piauí: um risco para a saúde pública. **SANARE**, ISSN:2317-7748, V.14 - Suplemento 1 -
- PACHECO, José Wagner Guia técnico ambiental de frigoríficos - industrialização de carnes (bovina e suína) / José Wagner Pacheco . - - São Paulo : CETESB, 2006. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/frigorifico.pdf>. Acesso em: 07 out. 2022.
- PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Emani Cesar de. Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Nova Hamburgo: **Feevale**, 2013.
- PROMETAL. **EPis para açougue**, 2018. Disponível em: <https://prometalepis.com.br/49-epis-para-acougue/> Acesso em: 07 Dez.2022.
- SANTOS, I.C.; GONÇALVES, E.C.B.A. Qualidade de carnes in natura na recepção de uma rede de supermercados e de implantação de ações educativas para os manipuladores dos produtos. **Revista Higiene Alimentar**, v. 24, n. 183, p. 38- 44, 2010.
- SIDERSKY, Pablo. SOBRE A CADEIA PRODUTIVA DA CAPRINOVINOCULTURA NO SERTÃO DO PIAUÍ: um estudo de caso centrado no território da Chapada do Vale do Itaim(região de Paulistana). **IFAD**, 2016. Disponível em: [https://issuu.com/fidabrasil/docs/estudo\\_de\\_caso\\_sobre\\_caprinoovinocu](https://issuu.com/fidabrasil/docs/estudo_de_caso_sobre_caprinoovinocu). Acesso em: 23 de set. 2022.
- SILVA, A. V.; DA SILVA, R. L.; DANTAS, S. T. F.; CAVIGNAC, A. L. de O. APLICAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR) EM AÇOUGUES DA CIDADE DE IMPERATRIZ – MA. *Brazilian Journal of Production Engineering*, [S. l.], v. 4, n. 4,



p. 196–209, 2018. DOI: 10.0001/V04N04\_10. Disponível em: [https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/V04N04\\_10](https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/V04N04_10) . Acesso em: 7 dez. 2022.

SOUSA, A. do R. F. de; RODOLPHO, D. **A IMPORTÂNCIA DA SEGURANÇA DO TRABALHO NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 817–824, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i2.1008. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1008> . Acesso em: 30 set. 2022.

TELLECHEA, Fernando Riet Corrêa Bastos. Análise dos custos de transação no setor industrial da cadeia produtiva de carne bovina no Rio Grande do Sul. 2001. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2281/000317197.pdf?sequence=1&isAllowed=>. Acesso: 01 de out. 2022.



# CAPÍTULO XXX

## CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE UM PULVERIZADOR DE BAIXO CUSTO ADAPTADO PARA A CULTURA DE BANANA, UTILIZANDO COMO PARÂMETROS, A VAZÃO DAS PONTAS E O CUSTO OPERACIONAL

CONSTRUCTION AND EVALUATION OF A LOW-COST SPRAYER ADAPTED FOR BANANA CULTIVATION, USING THE SPRAY NOZZLES FLOW AND OPERATING COST AS PARAMETERS

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-30

Brunno Gabriell Oliveira Santos <sup>1</sup>  
Luiz Henrique de Souza <sup>2</sup>  
Victor Lucas Fernandes <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Minas Gerais, ICA.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Minas Gerais, ICA.

<sup>3</sup> Engenheiro Mecânico, Universidade Federal de Minas Gerais, ICA.

### RESUMO

Pulverizadores são equipamentos empregados no controle de pragas e doenças na agricultura moderna. O alto custo de aquisição destes equipamentos é o que impossibilita pequenos produtores rurais de adquiri-lo, diminuindo assim, a sua competitividade perante o mercado agrícola. O objetivo deste trabalho foi construir e avaliar um pulverizador de baixo custo adaptado para a cultura de banana, utilizando como parâmetros, a vazão das pontas e o custo operacional. A vazão das pontas foi avaliada utilizando o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), considerando cinco pontas do tipo jato leque 110º modelo 02F110 submetidas a três pressões (2, 2,5 e 3,0, bar) com 4 repetições. A avaliação econômica do uso do equipamento foi baseada nos Custos Fixos e Variáveis. O equipamento proporcionou pressão desejada no manômetro da bomba, constância na TDP e funcionamento visual satisfatório não sendo detectado nenhum vazamento nas mangueiras ou no tanque. Embora todas as pontas nas pressões avaliadas tenham apresentado valores de vazão que não diferiram entre si estatisticamente, neste equipamento, as pressões de 2 e 2,5 bar proporcionaram vazões médias estatisticamente iguais à do

fabricante, enquanto a de 3,0 bar isso não aconteceu ao nível de 5% de probabilidade. O custo de construção do pulverizador não convencional foi de R\$ 4710,00, o que representa 33,6% do valor investido no pulverizador convencional. O pulverizador não convencional obteve um custo total de R\$ 2,64 h<sup>-1</sup>, bem inferior do que o custo horário obtido pelo equipamento convencional de R\$ 7,8 R\$ h<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** Agricultura familiar. Implementos agrícolas. Pulverização agrícola.

### ABSTRACT

Sprayers are equipment used to control pests and diseases in modern agriculture. The high cost of acquiring this equipment is what makes it impossible for small rural producers to purchase it consequently, reducing their competitiveness in the agricultural market. This work aimed to build and evaluate a low-cost sprayer adapted for banana cultivation, using the spray nozzles flow and operating cost as parameters. The flow of the spray nozzles was evaluated using the Completely Randomized Design (CRD), considering five spray nozzles of the fan type 110º model 02F110 submitted to



three pressures (2, 2.5 and 3.0, bar) with 4 repetitions. The economic evaluation of the equipment use was based on Fixed and Variable Costs. The equipment provided the desired pressure in the manometer, consistency in the power take-off and satisfactory visual functioning, with no leakage being detected in the hoses or in the tank. Although all the spray nozzles at the pressures evaluated presented flow values that did not differ statistically, in this equipment the pressures of 2 and 2.5 bar provided average flow rates statistically equal to

the manufacturer's, while the pressure of 3.0 bar did not happen at the 5% probability level. The construction cost of the non-conventional sprayer was R\$ 4,710.00, which represents 33.6% of the amount invested in the conventional sprayer. The non-conventional sprayer had a total cost of R\$ 2.64 h<sup>-1</sup>, much lower than the hourly cost obtained by conventional equipment of R\$ 7.8 R\$ h<sup>-1</sup>.

**Keywords:** Family farming. Agricultural implements. Agricultural spraying.

## 1. INTRODUÇÃO

A banana é uma cultura de grande apreciação no Brasil com produção em 2019 de aproximadamente 7,1 milhões de toneladas (IBGE, 2020). Dentre os desafios da bananicultura, segundo Rios et al. (2013), está o controle da Sigatoka-amarela, doença causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola* Leach (=Pseudocercospora musae (Zimm) Deighton), podendo causar perdas superiores a 50% da produção, se não controlada.

Machado, Queiroz & Reynaldo (2015) relatam que o aumento da população mundial implica na necessidade de uma agricultura cada vez mais eficiente e competitiva. Com a exploração de áreas agrícolas cada vez maiores, a necessidade do controle de pragas e doenças se tornou mais eminente e a quantidade de aplicações de produtos químicos maiores.

Conforme França et al. (2015), a aplicação de defensivos agrícolas é uma prática comum no controle de pragas e doenças na maioria das culturas, se tornando uma parte significativa nos custos de produção, sendo, portanto, de grande interesse para os agricultores, a máxima efetividade e custos mínimos na aplicação.

Braun et al. (2014) salientam, que a tecnologia na aplicação de defensivos deve ser escolhida baseando-se nas opções operacionais do agricultor e nas características gerais da propriedade.

No Brasil há diversos tipos de equipamentos de aplicação de defensivos classificados pelo modo de acionamento, como manuais, indicados para pequenos produtores e tratorizados e automotrizes, indicados para médios a grandes produtores. Na cultura da banana, os tipos de equipamentos mais utilizados são o atomizador tipo canhão, o turboatomizador e o atomizador costal motorizado.

O alto custo destes equipamentos, principalmente os tratorizados ou automotrizes, é que muitas vezes impossibilita os pequenos produtores rurais de adquiri-los, levando-os, muitas vezes, a buscar alternativas não convencionais que possam atender à sua necessidade com um custo bem menor.

Segundo Baio et al. (2004), a seleção de uma máquina agrícola, bem como a de um implemento, envolve diversas variáveis que devem ser consideradas, e a escolha do equipamento mais adequado para uma propriedade agrícola é uma das etapas mais importantes do processo produtivo.

Artuzo et al. (2015) relatam que a agricultura, de uma maneira geral, tem se deparado com o aumento nos custos de produção, o que, geralmente, ocasiona a redução da lucratividade. Por conseguinte, a atividade agrícola necessita de decisões adequadas para o controle e o planejamento com base em estudos de viabilidade econômica, a fim de minimizar os riscos nos resultados.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi construir e avaliar um pulverizador de baixo custo adaptado para a cultura de banana, utilizando como parâmetros, a vazão das pontas e o custo operacional.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho é fruto da Conclusão de Curso de um discente do curso de Agronomia do Instituto de Ciência Agrárias da UFMG. A construção do equipamento foi realizada na propriedade rural localizada no município de Pirapora-MG com o auxílio do produtor rural.

A construção do equipamento envolveu a utilização de quatro polias, um mancal, um eixo cardan acionado pela TDP do trator; um filtro de linha; um tanque de armazenamento do líquido com capacidade de 400 litros da marca Hatsuta; uma bomba de três pistões com capacidade de 27 L min<sup>-1</sup> da marca Yamaho modelo HS 30, um manômetro da marca WIKA, modelo NBR14105, um regulador de pressão, mangueiras de sucção e de retorno, uma turbina da marca Jacto e 5 pontas de pulverização da marca Guarany, modelo 02F110.

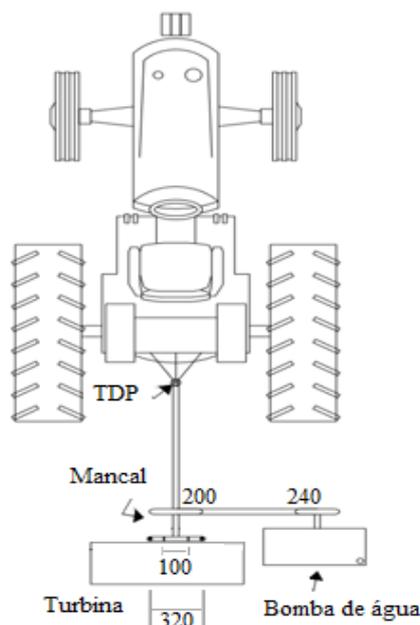
O sistema é composto por um eixo cardan acionado pela TDP do trator a 540 rpm que aciona uma polia de 200 mm a uma extremidade do mancal e outra de 320 mm na extremidade oposta do mancal. A primeira polia, de 200 mm, aciona outra polia de 240



mm que é acoplada à bomba por intermédio de correias. Na extremidade oposta do mancal, a polia de 320 mm aciona uma de 100 mm, situada acima desta, que é acoplada à turbina. Este modelo permitiu o funcionamento da polia da bomba a 450 rpm e da turbina a 1728 rpm.

A Figura 1 mostra um esquema do equipamento construído.

Figura 1: Esquema do equipamento construído.



Fonte: Autor próprio

A turbina foi adaptada de modo a proporcionar uma cortina de ar nas pontas dos bicos com o objetivo de quebrar as gotas e impulsioná-las até as folhas do bananal.

No tanque de armazenamento, foi adotado um sistema de fluxo fechado em que a mangueira de retorno foi direcionada para voltar o produto para o tanque proporcionando assim a devida agitação e conseqüentemente maior solubilidade do produto químico.

A Figura 2 apresenta os componentes e peças utilizados na construção do pulverizador não convencional.

Figura 2: Componentes e peças utilizados na construção do pulverizador não convencional.



Legenda: 2.A/2.B. Polia de 200 mm sendo acionada pelo cardan a 540 rpm e acionando a polia de 240 mm acoplada à bomba do pulverizador. 2.C. Polia de 320 mm acionando a polia de 100 mm da turbina. 2.D. Turbina acoplada ao pulverizador.

Na avaliação do pulverizador, o mesmo foi mantido acionado, pelo trator, com objetivo de estabelecer a pressão desejada nos bicos e constância na TDP.

Foi realizado um teste de vazão das pontas coletando-se o líquido em um copo medidor calibrado por um tempo de 60 segundos. Para tanto, foi conectada uma mangueira em cada ponta a fim de se evitar a perda do produto.

Os dados das vazões foram analisados pelo Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), considerando como tratamentos 5 pontas do tipo jato leque 110º, modelo 02F110, submetidas a 3 diferentes pressões (2, 2,5 e 3,0 bar), com 4 repetições e as médias foram avaliadas pelo teste F com 5% de significância. As pressões foram controladas por intermédio de um manômetro da marca WIKA modelo NBR 14105. Na Tabela 1 podemos observar as especificações da ponta utilizada.

Tabela 1: Especificidade da ponta utilizada.

Ponta de jato tipo leque	Material	Faixa de trabalho (bar)	Vazão (L min <sup>-1</sup> )
02F110	Poliacetal	2 a 4	0,65 a 0,92

Fonte: Guarany (<http://www.guaranyind.com.br/pontas-e-acessorios>), 2019.

Para avaliação da viabilidade do uso do pulverizador, foi realizado um estudo econômico dos custos operacionais considerando os Custos Fixos (Depreciação, Juros, Taxas de Alojamento e Seguro) e custos Variáveis (Reparos e Manutenção e Mão de obra empregada na construção do equipamento).

A Depreciação, que se refere à desvalorização da máquina ao longo do tempo, foi determinada pelo Método da Linha Reta conforme a Equação 1:

$$D = (V_a - S) / V_u \quad (1)$$

Em que:

D = depreciação, R\$ h<sup>-1</sup>;

V<sub>a</sub> = valor de aquisição do equipamento, R\$;

V<sub>u</sub> = vida útil do equipamento, h; e

S = valor de sucata, %.

Para esta avaliação foram adotados os valores de 4000 h de vida útil e 10% para o valor de sucata.

Os juros foram determinados considerando a taxa vigente de 6% conforme mercado atual representado pela Equação 2.

$$J = ((V_a + S) / (2 \times H)) \times i \quad (2)$$

Em que:

J = juros, R\$ h<sup>-1</sup>;

i = taxa de juros anuais, decimal; e

H = horas anuais de uso do equipamento, h ano<sup>-1</sup>.

Foram consideradas 400 h anuais de uso do equipamento.

Os custos com alojamento e seguro foram determinados conforme a Equação 3:

$$AS = (0,02 \times V_a) / H \quad (3)$$

Em que:

AS = custos com alojamento e seguro, R\$ h<sup>-1</sup>.

A determinação dos Custos Variáveis envolveu os custos com Reparos e Manutenção e mão de obra.

Os custos com Reparos e Manutenção foram estimados conforme fator de multiplicação de 80% para o equipamento estabelecido por Pacheco (2000), sendo uma

porcentagem do preço de aquisição considerando a vida útil do implemento conforme a Equação 4:

$$RM = (Gr \times Va) / Vu \quad (4)$$

Em que:

RM = custos com reparos e manutenções, R\$ h<sup>-1</sup>;

Gr = fator de multiplicação para reparo e manutenção, decimal.

A mão de obra utilizada na construção do equipamento foi baseada no valor de 75 reais por dia em 20 dias de construção do pulverizador totalizando R\$1500,00 com o número de 8 horas de trabalho por dia.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O equipamento proporcionou pressão desejada no manômetro da bomba, constância na TDP e funcionamento visual satisfatório não sendo detectado nenhum vazamento nas mangueiras ou no tanque.

Os dados estatísticos da vazão, nas três pressões avaliadas, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Dados estatísticos da vazão nas três pressões avaliadas.

Pressão	2 bar	2,5 bar	3 bar
Média (mL min <sup>-1</sup> )	601,0	726,0	870,5
Desvio padrão	27,3	30,2	34,7
Erro padrão	6,1	6,7	7,7

Fonte: Autor próprio

As médias obtidas podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3: Médias das vazões obtidas nas pontas nas diferentes pressões de trabalho.

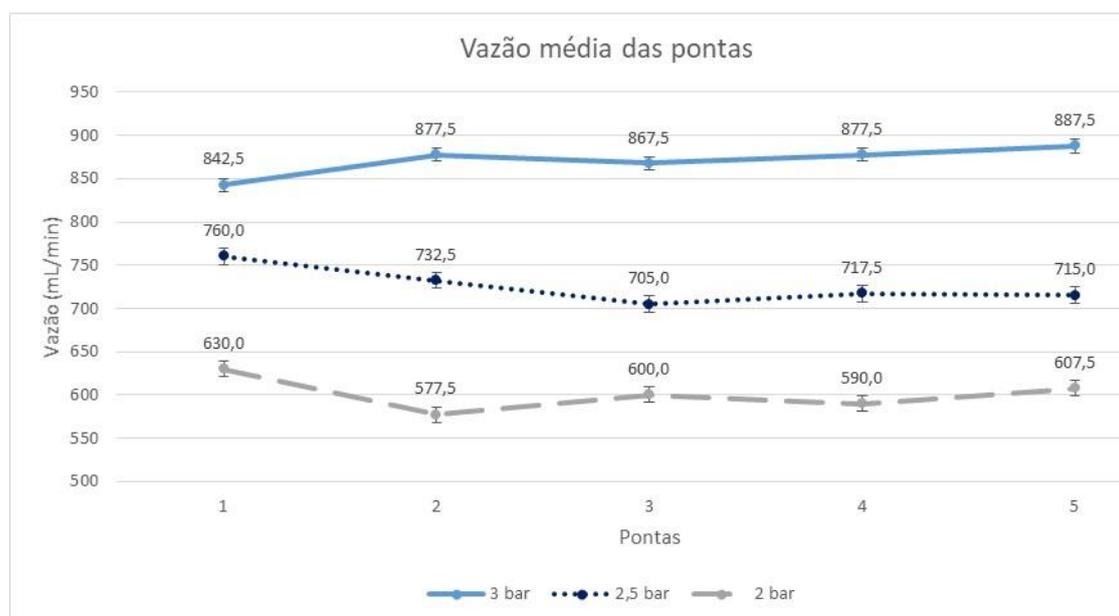
Pontas	Vazões (mL min <sup>-1</sup> )		
	Pressão		
	2 bar	2,5 bar	3 bar
1	630,0	760,0	842,5
2	577,5	732,5	877,5
3	600,0	705,0	867,5
4	590,0	717,5	877,5
5	607,5	715,0	887,5
Média	601,0	726,0	870,5
CV(%)	3,8	3,7	3,4

Fonte: Autor próprio

Os resultados mostraram que foi obtida nas pontas ótima uniformidade de vazão com coeficientes de variação abaixo de 5%, conforme (Rodrigues et al., 2004).

Na Figura 3 são apresentadas as médias das vazões de cada ponta nas diferentes pressões, onde podemos observar a homogeneidade e a uniformidade do sistema.

Figura 3: Médias das vazões de cada ponta nas diferentes pressões de trabalho.



Fonte: Autor próprio

Embora todas as pontas nas pressões avaliadas tenham apresentado valores de vazão que não diferiram entre si estatisticamente, neste equipamento, as pressões de 2 e 2,5 bar proporcionaram vazões médias estatisticamente iguais à do fabricante, enquanto a de 3,0 bar isso não aconteceu ao nível de 5% de probabilidade.

Na Tabela 4 podem-se observar os custos de construção e aquisição dos pulverizadores.

Tabela 4: Custo de construção e aquisição dos pulverizadores.

Pulverizador não convencional			Pulverizador convencional
Peças	Quantidade	Custo (R\$)	Custo (R\$)
Estrutura de Ferro	1	300,00	
Mancal com polias	1	400,00	
Bomba de três pistões	1	580,00	
Turbina	1	500,00	
Tanque de 400L	1	500,00	
Cardan	1	575,00	
Bicos de pulverização	5	75,00	
Cano de 75	1 m	35,00	

Peças	Pulverizador não convencional		Pulverizador convencional
	Quantidade	Custo (R\$)	Custo (R\$)
Mangueira	8 m	70,00	
Monômetro	1	75,00	
Filtro	1	100,00	
Mão de obra	20 dias	1500,00	
Custo total (R\$)		4710,00	14.000,00

Fonte: Autor próprio

Pode-se observar que o custo de construção do pulverizador não convencional foi de R\$ 4710,00, o que representa 33,6% do valor investido no pulverizador convencional.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de entrada para a avaliação dos Custos Fixos e Variáveis.

Tabela 5: Valores de entrada na avaliação dos Custos Fixos e Variáveis.

Variáveis	Pulverizadores	
	Desenvolvido (R\$)	Convencional (R\$)
Valor inicial (R\$)	4710,00	14000,00
Sucata (R\$)	471,00	1400,00
Vida útil (h)	4000,00	4000,00
Uso anual (h ano <sup>-1</sup> )	400,00	400,00

Fonte: Autor próprio

Na Tabela 6 podem-se observar os Custos Operacionais Totais (Fixos e Variáveis) obtidos nos dois equipamentos, considerando um valor de mão de obra baseado na construção do equipamento em R\$ 1500 em 20 dias com 8 h/dia.

Tabela 6: Custos Operacionais.

Variáveis	Pulverizadores	
	Desenvolvido	Convencional
Depreciação (R\$ h <sup>-1</sup> )	1,06	3,15
Juros (R\$ h <sup>-1</sup> )	0,39	1,15
Alojamento e seguro (R\$ h <sup>-1</sup> )	0,24	0,70
Reparos e Manutenção (R h <sup>-1</sup> )	0,95	2,80
Total (R\$ h <sup>-1</sup> )	2,64	7,8

Fonte: Autor próprio

Os gastos com combustível e tratorista não foram considerados devido ao fato de ser o mesmo valor para ambos os equipamentos.

A análise de custos operacionais mostrou que o pulverizador não convencional obteve um custo total de R\$ 2,64 h<sup>-1</sup>, bem inferior do que o custo horário obtido pelo equipamento convencional de R\$ 7,8 R\$ h<sup>-1</sup>.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O equipamento proporcionou pressão desejada no manômetro da bomba, constância na TDP e funcionamento visual satisfatório não sendo detectado nenhum vazamento nas mangueiras ou no tanque.

Embora todas as pontas nas pressões avaliadas tenham apresentado valores de vazão que não diferiram entre si estatisticamente, neste equipamento, as pressões de 2 e 2,5 bar proporcionaram vazões médias estatisticamente iguais à do fabricante, enquanto a de 3,0 bar isso não aconteceu ao nível de 5% de probabilidade.

O custo de construção do pulverizador não convencional foi de R\$ 4710,00, o que representa 33,6% do valor investido no pulverizador convencional.

O pulverizador não convencional obteve um custo total de R\$ 2,64 h<sup>-1</sup>, bem inferior do que o custo horário obtido pelo equipamento convencional de R\$ 7,8 R\$ h<sup>-1</sup>.

#### REFERÊNCIAS

- ARTUZO, F. D.; JANDREY, W. F.; CASARIN, F.; MACHADO, J. A. D. Tomada de decisão a partir da análise econômica de viabilidade: estudo de caso no dimensionamento de máquinas agrícolas. *Custos e @gronegocio on line*, v. 11, n. 3, p. 183-205, 2015.
- BAIO, F. H. R.; ANTUNIASSI, U. R.; BALASTREIRE, L. A.; FILHO, J. V. C. Modelo de programação linear para seleção de pulverizadores agrícolas de barras. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.2, p. 355-363, 2004.
- BRAUN, M.; PINTRO, T. C.; BIER, V. A.; MAGGI, M. F. Comparação de pulverização de baixa (60 L ha<sup>-1</sup>) com alta vazão (170 L ha<sup>-1</sup>) em pulverização de barras. *Acta Iguazu*, v.3, n.3, p. 11-22, 2014.
- FRANÇA, J. A. L.; GONÇALVES, W. S.; ROMEIRO, B. P.; BENETT, C. G. S.; SILVA, A. R. Desenvolvimento e avaliação de um pulverizador hidráulico de barras rígidas horizontais de baixo custo. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 2, n. 1, p. 17-23, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. 2020, disponível em <https://www.ibge.gov.br>.



MACHADO, T. M.; QUEIROZ, D. G. B.; REYNALDO, É. F. Desempenho operacional de pulverizador autopropelido de barras no município de Sinop-MT. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer*, v.11, n.22; p. 875-887, 2015.

PACHECO, E. P. Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 21p. (Embrapa Acre. Documentos, 58).

RIOS, S. A.; DIAS, M. S. C.; CORDEIRO, Z. J. M.; SOUZA, W. M.; SILCA, J. J. C.; BARBOSA, J. A. A.; PINHO, R. S. C.; ABEU, S. C.; SANTOS, L.O. Sistema de pré-aviso para controle de Sigatoka-amarela no norte de Minas Gerais. *Revista Biotemas*, v.26, n.3, p. 109-115, 2013.

RODRIGUES, G. J.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; FERREIRA, L. R. Análise da distribuição volumétrica de bicos de pulverização tipo leque de distribuição uniforme. *Engenharia na Agricultura*, v. 12, n. 1, p. 7-16, 2004.



# CAPÍTULO XXXI

## 12 ANOS DA POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS: APESAR DA “ADOLESCÊNCIA”, A LEI PRATICAMENTE AINDA NÃO ANDOU COMO DEVERIA

12 YEARS OF THE NATIONAL SOLID WASTE POLICY: DESPITE THE “ADOLESCENCE”, THE LAW HAS PRACTICALLY NOT GONE AS IT SHOULD

DOI: 10.51859/AMPLLA.CAM3132-31

Francisco Cleofanes Melo do Patrocínio <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graduado em Licenciatura em Geografia, na Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Especialista em Educação Ambiental pela Faculdade Única de Ipatinga – FUNIP. Especialista em Docência e prática da Geografia pela Faculdade Focus – FFOCUS.

### RESUMO

Buscando o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos produzidos no Brasil, em 2010 foi criada a lei da política nacional dos resíduos sólidos - PNRS, estabelecendo prazos para fim dos lixões a céu aberto no país e responsabilidade compartilhada dos resíduos, mas que não foram cumpridos no período estabelecido, sendo necessário a criação de alguns complementos para alcançar o desígnio da PNRS. Para tanto a pesquisa objetiva enfatizar as ações propostas após sua criação, para que a política nacional dos resíduos sólidos se efetive nacionalmente, aplicando o método descritivo com caráter bibliográfico onde se concluiu que no Brasil houve avanços na política de gestão dos resíduos sólidos, mas sendo necessário criar meios de incentivo para que a lei deslanche, objetivando números mais satisfatórios no manejo dos resíduos gerados.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos. lixões. sociedade.

### ABSTRACT

Seeking the proper management of solid waste produced in Brazil, in 2010 the law of the national solid waste policy - PNRS was created, establishing deadlines for the end of open dumps in the country and shared responsibility for waste, but which were not met in the established deadline, being necessary the creation of some complements to reach the intention of the PNRS. Therefore, the research aims to emphasize the actions proposed after its creation, so that the national solid waste policy is implemented at the national level, applying the descriptive method with a bibliographical character where it was concluded that in Brazil there were advances in the management policy of solid waste, but it is necessary to create means of incentive for the law to take off, aiming at more satisfactory numbers in the management of the waste generated.

**Keywords:** Solid waste. dumps. society.



## 1. INTRODUÇÃO

Vivemos atualmente a era do consumo, onde somos estimulados a consumir cada vez mais, e por consequência disso, há uma enorme produção de resíduos país a fora, junta-se a isso a ausência de práticas de manejo e descarte corretos, temos assim uma questão desafiadora que se torna, o que fazer com os resíduos que geramos diariamente?

Quando mal dispostos, “os resíduos sólidos não constituem somente um problema de ordem estética, mas representam também uma séria ameaça ao homem e ao meio ambiente, diminuindo consideravelmente os espaços úteis disponíveis” (SCHALCH *et al.*, 2002, p. 7).

Visando organizar a forma com que o país lida com os resíduos produzidos em seu território, foi criada em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS através da lei de número 12.305, a fim de regular a gestão dos resíduos sólidos no Brasil. A lei buscou reforçar inicialmente, posturas ambientais mais satisfatórias, perante aos desafios presentes a esse âmbito.

A PNRS previa em sua concepção findar com os lixões a céu aberto país a fora, como também responsabilizar os grandes produtores de resíduos, provocando assim um aumento nos índices de reaproveitamento dos resíduos recicláveis, só que 12 anos após sua gênese, a situação dos resíduos produzidos no país segue precária.

Perante a isso, a motivação para a pesquisa surgiu a partir da observação no descuido com os resíduos sólidos produzidos e descartados hodiernamente em sociedade, onde demonstra que a PNRS ainda não deslanchou, mesmo depois de mais de uma década após sua criação, e se justifica através do cenário onde o país ainda tem os lixões como destino mais frequente dos resíduos sólidos urbanos.

O objetivo da pesquisa é enfatizar as ações propostas para que a política nacional dos resíduos sólidos se efetive nacionalmente.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi constituído em uma metodologia descritiva em que partiu-se da observação sobre as ações tomadas pela sociedade hodierna, perante aos resíduos sólidos gerados. As técnicas descritivas são métodos abrangentes e flexíveis, capazes de fornecer informações detalhadas sobre as propriedades sensoriais

(LAWLESS; HEYMANN, 1999). E para Gil (2002, p. 42), têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, o estabelecimento de relação entre variáveis”. Seguindo então para um caráter bibliográfico, pesquisando as atualizações em artigos e sites governamentais, na busca por saber as ações que estão sendo buscadas para atingir os objetivos propostos durante a criação da política nacional de resíduos sólidos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A PNRS definiu o resíduo como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade. Como também a diferença entre resíduo e rejeito como mostra a figura 1, onde o resíduo vem a ser o subproduto de algum processo, portanto, deve ser tratado antes do descarte. E o rejeito um tipo específico de resíduo, onde foram esgotadas todas as possibilidades de reaproveitamento ou reciclagem. (BRASIL, 2010).

Figura 1 – Diferença entre resíduo e rejeito



Fonte: [https://images.slideplayer.com.br/37/10704833/slides/slide\\_7.jpg](https://images.slideplayer.com.br/37/10704833/slides/slide_7.jpg)

Só que mesmo após 12 anos de sua criação, a política nacional de resíduos sólidos ainda não alcançou os objetivos almejados. A coleta seletiva seria um caminho viável, entretanto, não há um engajamento da população perante aos resíduos gerados devido a questões culturais, onde não foram ensinados sobre essa questão. Para Tundisi (2003), o monitoramento é o primeiro passo importante para a elaboração de um banco de dados confiável e adequado, que possa ser útil ao planejamento e ao gerenciamento, além também de subsidiar um panorama real.

Buscando convergir para que a lei 12.305 prossiga rumo aos resultados almejados e objetivando incentivar a coleta seletiva dos resíduos, a reciclagem e o aproveitamento do lixo orgânico para produção de biogás e de energia elétrica, em 2019 o governo criou o Programa Lixão Zero, regulamentando a incineração de resíduos como forma de atenuar os problemas gerados pela destinação incorreta dos resíduos sólidos no país. Ação essa que traz seus benefícios, pois ajuda na diminuição no volume de resíduos como também a produção de energia elétrica. Mas trazendo junto outro problema.

A incineração emite gases que podem ser tóxicos para a saúde como as nanopartículas de oxinas e furanos, substâncias cancerígenas que entram pelo nosso sistema respiratório e têm uma série de impactos negativos, como também a produção de elevado volume de cinzas tóxicas resultante da incineração, além de ser um processo que destrói materiais que poderiam voltar para a cadeia produtiva da compostagem e da reciclagem, evitando uma maior extração de recursos naturais.

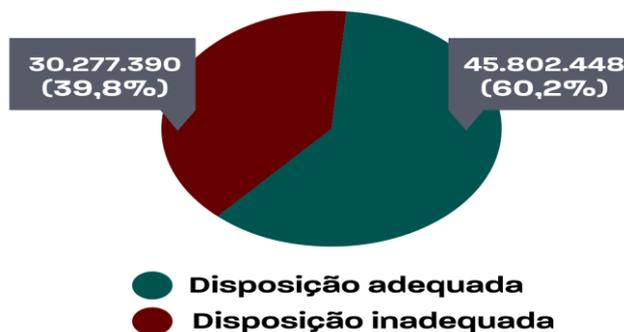
Nos países desenvolvidos, especialmente nos europeus, a incineração ainda desperta dúvidas e discussões sobre seus riscos ambientais e ameaças à saúde pública (VAN DIJK; VAN DOORN; VAN ALFEN, 2015). O ato de incinerar os resíduos também é mais uma oportunidade que se perde de suscitar uma sociedade mais consciente, onde sobrepuje o consumo responsável e a diminuição do desperdício.

A lei 12.305/2010 em seu artigo 9º trata, ainda, da prevenção e da redução na geração de resíduos com incentivo do consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para fomentar destinação adequada dos rejeitos quando não pode ser reciclado ou reutilizado, como também o aumento de reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos produzidos.

Conforme a PNRS, o prazo final para eliminar os lixões no país era em 2 de agosto de 2014. Entretanto, o novo marco do saneamento básico, sancionado com vetos pela presidência da República em 15/07/2020, postergou o prazo, e deu as prefeituras uma nova data-limite até 31 de dezembro de 2021, para elaborar o plano de gestão dos resíduos sólidos e garantir o descarte correto do lixo. (BRASIL, 2020). Segundo a Abrelpe (2019) ainda existem cerca de 2.655 lixões a céu aberto no país. Mostrando que a disposição inadequada de resíduos no país chega próximo aos 40% como demonstra a figura 2.



Figura 2 – Disposição final adequada x inadequada de resíduos sólidos urbanos no Brasil (t/ano e %)



Fonte : Abrelpe

Tendo como meta prioritária o controle integrado de resíduos sólidos. A PNRS estabelece o gerador como responsável pelo gerenciamento e destinação adequada dos resíduos, e em busca de cumprir metas estabelecidas na lei 12.305/10, foi criado o Recicla Mais em 14 de abril de 2022, através do decreto 11.044, como uma forma de incentivar e ampliar a reciclagem de resíduos sólidos no país.

O programa Recicla Mais visa fomentar investimentos privados na reciclagem de produtos e embalagens descartadas pelo consumidor, e vai permitir que catadores, prefeituras e microempreendedores que trabalham com a venda de resíduos recicláveis, possam emitir créditos através das notas fiscais dessas vendas, podendo posteriormente esses agentes venderem esses créditos para empresas que produzem esses resíduos.

Entretanto, o Recicla Mais se assemelha aos créditos de carbono, onde o poluidor compra compensação para continuar poluindo, os créditos de carbono são certificados emitidos para uma pessoa ou empresa que reduziu a sua emissão de gases do efeito estufa. Sendo que o programa de reciclagem criado acaba não estimulando as empresas a implantarem uma logística reversa adequada e satisfatória como disposto na figura 3.

Figura 3 – Ciclo da logística reversa adequada



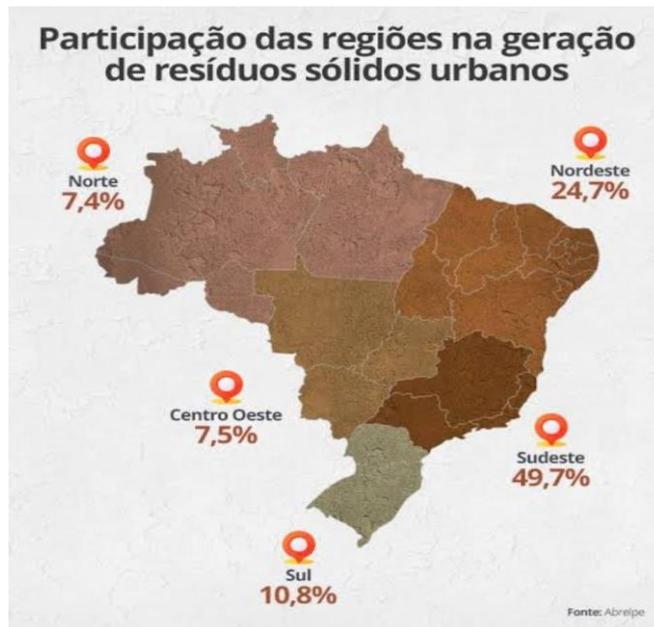
Fonte: <https://ecoprotech.com.br/logistica-reversa-eletronicos-e-seus-componentes/>

A falta de reciclagem adequada, tem gerado uma perda econômica de cerca de R\$ 14 bilhões, cifra bem significativa para o país, segundo a ABRELPE, o Brasil destina somente 4% dos resíduos sólidos que poderiam ser reciclados para esse fim, o que poderia gerar receita e renda para uma camada de população que trabalha com essa atividade. (ABRELPE, 2019)

Tendo ainda números bem descoincidentes entre as diferentes regiões do país como demonstra a figura 4.

A região sudeste, com o maior abrangente populacional do país, também é a que gera mais resíduos, tornando também essa área passível de melhores políticas públicas no que tange a geração de renda através da reciclagem dos materiais produzidos pela indústria.

Figura 4 – Participação das regiões na geração de resíduos sólidos



Fonte : Abrelpe

O setor de limpeza urbana e manejo de resíduos no país gera cerca de 334 mil empregos, sendo 143.146 no Sudeste, 98.035 no Nordeste, 40.896 no Sul, 27.915 no Centro-Oeste e 24.587 no Norte. (ABRELPE, 2019)

#### 4. CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo enfatizar as ações propostas para que a política nacional dos resíduos sólidos se efetive nacionalmente.

Sua principal finalidade foi averiguar as ações que estão sendo buscadas a fim de tornar a PNRS algo mais familiar perante a sociedade, percebe-se que no Brasil houve avanços na política de gestão dos resíduos sólidos, sendo criado alguns meios de incentivo, objetivando números mais satisfatórios no manejo dos resíduos gerados.

Mas ainda carecendo de ações mais efetivas para que a lei 12.305 amplie sua atuação dentro do país. Logo o comprometimento de toda a sociedade se faz muito necessário para que a PNRS alcance um raio de efetivação satisfatório, por isso é fundamental estudos futuros sobre o tema, abarcando a educação ambiental no que tange aos resíduos sólidos.

#### REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos. Brasília, 2010. Disponível em:<  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 3 de agosto de 2022.

BRASIL. **DOU Diário Oficial da União**. Publicado no **D.O.U.** de 16 de julho de 2020. LEI Nº 14.026, de 15 de julho de 2020.

BRASIL. **DOU Diário Oficial da União**. Publicado no **D.O.U.** de 13 de abril de 2022. DECRETO Nº 11.044, de 14 de abril de 2022.

GIL, A. C. (2002). **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: principles and practices**. Gaithersburg: Aspen, 1999.

TUNDISI, J. G. (2003). **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RiMa, IIE.

VAN DIJK, C.; VAN DOORN, W.; VAN ALFEN, B. **Long term plant biomonitoring in the vicinity of waste incinerators in The Netherlands**. *Chemosphere*, v. 122, p. 45-51, 1º mar. 2015.





**AMPLLA**  
EDITORA



9 786553 811232