

José Max Barbosa de Oliveira Junior  
(Organizador)

# Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza

José Max Barbosa de Oliveira Junior  
(Organizador)

# Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A532	Análise crítica das ciências biológicas e da natureza [recurso eletrônico] / Organizador José Max Barbosa de Oliveira Junior. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza; v. 1)  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-357-6 DOI 10.22533/at.ed.576192705  1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira Junior, José Max Barbosa de. II. Série.  CDD 610.72
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## APRESENTAÇÃO

A obra *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* consiste de uma série de livros de publicação da Atena Editora. Com 96 capítulos apresenta uma visão holística e integrada da grande área das Ciências Biológicas e da Natureza, com produção de conhecimento que permeiam as mais distintas temáticas dessas grandes áreas.

Os 96 capítulos do livro trazem conhecimentos relevantes para toda comunidade acadêmico-científica e sociedade civil, auxiliando no entendimento do meio ambiente em geral (físico, biológico e antrópico), suprimindo lacunas que possam hoje existir e contribuindo para que os profissionais tenham uma visão holística e possam atuar em diferentes regiões do Brasil e do mundo. As estudos que integram a *“Análise Crítica das Ciências Biológicas e da Natureza”* demonstram que tanto as Ciências Biológicas como da Natureza (principalmente química, física e biologia) e suas tecnologias são fundamentais para promoção do desenvolvimento de saberes, competências e habilidades para a investigação, observação, interpretação e divulgação/interação social no ensino de ciências (biológicas e da natureza) sob pilares do desenvolvimento social e da sustentabilidade, na perspectiva de saberes multi e interdisciplinares.

Em suma, convidamos todos os leitores a aproveitarem as relevantes informações que o livro traz, e que, o mesmo possa atuar como um veículo adequado para difundir e ampliar o conhecimento em Ciências Biológicas e da Natureza, com base nos resultados aqui dispostos.

Excelente leitura!

José Max Barbosa de Oliveira Junior

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AGRICULTURA URBANA: O CASO DA HORTA COMUNITÁRIA ORGÂNICA DO PARQUE PREVIDÊNCIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, SP	
Lucas Sales dos Santos Ana Paula Branco do Nascimento Maria Solange Francos Milena de Moura Régis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>18</b>
SALICILATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA	
Roberto Cecatto Júnior Anderson Daniel Suss Bruna Thaina Bartzen Guilherme Luiz Bazei Vandeir Francisco Guimarães Lucas Guilherme Bulegon	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>34</b>
ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DO AMBIENTE AQUÁTICO NOS RIOS BANDEIRA, ARROIO CAMPO BONITO E SANTA MARIA (CAMPO BONITO - PR) POR MEIO DE PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM 2017 E 2018	
Chrystian Aparecido Grillo Haerter Irene Carniatto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>42</b>
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AUTODEPURAÇÃO DE UM RIO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE	
Beatriz Cristina Lopes Aryanne Cecilia Vieira de Souza Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
PRESENÇA DE ADENOVIRUS HUMANO NAS ÁGUAS DO RIO CATURETÊ, SARANDI, RIO GRANDE DO SUL	
Brenda Katelyn Viegas da Rosa Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel Tatiana Moraes da Silva Heck Fabiano Costa de Oliveira Rodrigo Staggemeier Sabrina Esteves de Matos Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5761927055</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 58**

SEGURANÇA ALIMENTAR: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS CRECHES PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB

Vitor Martins Cantal  
Talita Ferreira de Moraes  
Clara Luz Martins Vaz  
Lusinilda Carla Pinto Martins  
Rosália Severo de Medeiros

**DOI 10.22533/at.ed.5761927056**

**CAPÍTULO 7 ..... 71**

ECOLOGY IN THE SCHOOLYARD: FEATHERED VISITORS

Agüero Nicolás Facundo  
Benítez Adriana Carla  
Moschner Lara María  
Nuñez Gisell Romina  
Varela Franco Martín

**DOI 10.22533/at.ed.5761927057**

**CAPÍTULO 8 ..... 80**

ANÁLISE DA FREQUÊNCIA RELATIVA DE TOXINAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE *ESCHERICHIA COLI* COLETADAS DE BEZERROS COM DIARREIA, DO RECÔNCAVO BAIANO

Gabrielle Casaes Santana  
Bruna Mamona de Jesus  
Eddy José Francisco de Oliveira  
Claudio Roberto Nobrega Amorim

**DOI 10.22533/at.ed.5761927058**

**CAPÍTULO 9 ..... 91**

“AVALIAÇÃO DE DOR PÓS TRATAMENTO COM BANDAGEM KINESIO TAPE EQUINE EM ARTROSCOPIAS EM EQUINOS”

Vittoria Guerra Altheman  
Ana Liz Garcia Alves  
Luiz Henrique Lima de Mattos

**DOI 10.22533/at.ed.5761927059**

**CAPÍTULO 10 ..... 101**

INFLUÊNCIA DO ESTRESSE TÉRMICO NA DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA EM BOVINOS NELORE (*BOS INDICUS*) E ANGUS (*BOS TAURUS*)

Guilherme Andraus Bispo  
Adam Taiti Harth Utsunomiya  
Ludmilla Balbo Zavarez  
Júlio César Pascoaloti de Lima  
José Fernando Garcia

**DOI 10.22533/at.ed.57619270510**

**CAPÍTULO 11 ..... 106**

INFLUÊNCIA DA PROGESTERONA ENDÓGENA NA QUANTIDADE E NA QUALIDADE OOCITÁRIA DE VACAS DA RAÇA NELORE

Rafael Augusto Satrapa  
Erica Sousa Agostinho  
Daniel Ribeiro Guimarães de Menezes  
Dagoberto de Almeida Junior

**DOI 10.22533/at.ed.57619270511**

**CAPÍTULO 12 ..... 117**

USO DA MEMBRANA DE CELULOSE BACTERIANA (NANOSKIN®) EM FERIDAS EXPERIMENTAIS NA ESPÉCIE OVINA

Camila Sabino de Oliveira  
Flávia de Almeida Lucas  
Fernanda Bovino  
Matheus de Oliveira Souza Castro

**DOI 10.22533/at.ed.57619270512**

**CAPÍTULO 13 ..... 129**

INFLUÊNCIAS DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE SOBRE ASPECTOS POPULACIONAIS E ALIMENTARES DE PEIXES SILVESTRES NO RESERVATÓRIO DE CHAVANTES (RIO PARANAPANEMA), SÃO PAULO, BRASIL

Aymar Orlandi Neto  
Denis William Johanssem de Campos  
José Daniel Soler Garves  
Érica de Oliveira Penha Zica  
Reinaldo José da Silva  
Heleno Brandão  
Augusto Seawright Zanatta  
Edmir Daniel Carvalho (in memoriam)  
Igor Paiva Ramos

**DOI 10.22533/at.ed.57619270513**

**CAPÍTULO 14 ..... 140**

INTERESSE DO CONSUMIDOR URBANO POR PESCADO COM RÓTULO OU CERTIFICADO ECOLÓGICO EM SANTOS/SP - BRASIL

Sílvia Lima Oliveira dos Santos  
Fabio Giordano

**DOI 10.22533/at.ed.57619270514**

**CAPÍTULO 15 ..... 149**

PRESENÇA DE *Vibrio* ssp. PATOGÊNICOS EM CULTIVOS DE CAMARÃO MARINHOS

Beatriz Cristina Lopes  
Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques

**DOI 10.22533/at.ed.57619270515**

**CAPÍTULO 16 ..... 160**

ANÁLISE SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE *Piaractus mesopotamicus* EM DIFERENTES PROPORÇÕES COM CARNE DE FRANGO

Luiz Firmino do Santos Junior  
Ariéli Daieny da Fonseca  
Beatriz Garcia Lopes  
Lucas Menezes Felizardo  
Gláucia Amorim Faria  
Heloiza Ferreira Alves do Prado

**DOI 10.22533/at.ed.57619270516**



**CAPÍTULO 17 ..... 169**

ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GENÉTICA SOLICITADO NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM) DE 2009 A 2017

Bárbara De Magalhães Souza Gomes  
Anna De Paula Freitas Borges  
Camila De Assunção Martins  
Cesar Augusto Sam Tiago Vilanova-Costa  
Antonio Márcio Teodoro Cordeiro Silva

**DOI 10.22533/at.ed.57619270517**

**CAPÍTULO 18 ..... 175**

APRECIÇÃO DO ENSINO DE GENÉTICA NO CURSO DE MEDICINA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DA PARAÍBA

Alessandra Bernadete Trovó de Marqui  
Natália Lima Moraes  
Vanessa de Aquino Gomes  
Nathália Silva Gomes  
Cristina Wide Pissetti

**DOI 10.22533/at.ed.57619270518**

**CAPÍTULO 19 ..... 187**

ANATOMIA 3D IMPRESSA: ABORDAGEM EDUCACIONAL DA TECNOLOGIA MÉDICA

Guilherme Socoowski Hernandes Götz das Neves  
Gutemberg Conrado Santos  
Ana Cristina Beitia Kraemer Moraes

**DOI 10.22533/at.ed.57619270519**

**CAPÍTULO 20 ..... 200**

BACTÉRIAS VEICULADAS POR FORMIGAS CAPTURADAS EM AMBIENTES ALIMENTARES DE CRECHES DO MUNICÍPIO DE RONDONÓPOLIS-MT

Camila Elena Dilly Camargo  
Raiane Teixeira Xavier  
Meg Caroline do Couto  
Daves Lopes Ocereu  
Milene Moreno Ferro Hein  
Helen Cristina Favero Lisboa

**DOI 10.22533/at.ed.57619270520**

**CAPÍTULO 21 ..... 207**

MODELO DE SIMULAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DA PAISAGEM NO ENTORNO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE FECHOS – MG

Luciana Eler França  
Lourdes Manresa Camargos  
Luiza Cintra Fernandes  
Fernando Figueiredo Goulart

**DOI 10.22533/at.ed.57619270521**

**CAPÍTULO 22 ..... 219**

MÚSICAS INFANTIS POPULARMENTE DIFUNDIDAS E SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO SOBRE ARTHROPODA

Eltamara Souza da Conceição  
Daianne Letícia Moreira Sampaio  
Aldacy Maria Santana de Souza  
Josué de Souza Santana  
Luana da Silva Santana Sousa  
Samanta Jessen Correia Santana  
Tais de Souza Silva  
Zilvânia Martins de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.57619270522**

**CAPÍTULO 23 ..... 228**

PARASITOLOGICAL DETECTION OF *Cryptosporidium* spp. IN FECAL SAMPLES OF CARRIER PIGEONS (*Columba livia*) IN TWO BREEDINGS

Amália Genete dos Santos  
Bruno César Miranda Oliveira  
Deuvânia Carvalho da Silva  
Elis Domingos Ferrari  
Sandra Valéria Inácio  
Walter Bertequini Nagata  
Katia Denise Saraiva Bresciani

**DOI 10.22533/at.ed.57619270523**

**CAPÍTULO 24 ..... 234**

PERFIL DOS CASOS DE COQUELUCHE NO ESTADO DE GOIÁS

Marielly Sousa Borges  
Jefferson do Carmo Dietz  
Dayane de Lima Oliveira  
Roberta Rosa de Souza  
Murilo Barros Silveira

**DOI 10.22533/at.ed.57619270524**

**CAPÍTULO 25 ..... 241**

POSSIBILIDADES NA FORMAÇÃO DOCENTE COM A GINÁSTICA PARA TODOS: VIVÊNCIAS EXPRESSIVAS INCLUSIVAS APLICADAS NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR

Marcos Gabriel Schuindt Acácio  
Rubens Venditti Júnior  
Ezequiel do Prado Silva  
Gilson Viana de Sobral  
Bianca Marcela Vitorino Barboza  
Rodolfo Lemes de Moraes  
Romulo Dantas Alves

**DOI 10.22533/at.ed.57619270525**

**CAPÍTULO 26 ..... 254**

POTENCIAL ECONÔMICO DA MICROBIOTA AMAZÔNICA

Luiz Antonio de Oliveira  
Cassiane Minelli-Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.57619270526**

<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>265</b>
USO DE MAPA CONCEITUAL PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	
<p>Angela Antunes  Aline Matuella M. Ficanha  Ana Sara Castaman  Rúbia Mores  Luciana Dornelles Venquiaruto  Rogério Marcos Dallago</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270527</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>276</b>
PROPAGAÇÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO MOSQUITO <i>Aedes aegypti</i> : UMA PROBLEMÁTICA DE SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ, PARÁ	
<p>Brenda Almeida Lima  Chayenna Araújo Torquato  Athos Ricardo Souza Lopes  Sidnei Cerqueira dos Santos</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270528</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>287</b>
Alternanthera philoxeroides NO ESTUDO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACOLÓGICO DE PLANTAS UTILIZADAS POR COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA REGIÃO DOS LAGOS/RJ	
<p>Luiza Gama Carvalho  Vinicius Fernandes Moreira  Marcos Vinicius Leal-Costa</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270529</b>	
<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>297</b>
ANATOMIA FLORAL DO CACTO EPÍFITO <i>RHIPSALIS TERES</i> (VELL.) STEUD. (CACTACEAE)	
<p>Beatriz Mendes Santos  Odair José Garcia de Almeida</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270530</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>304</b>
COLEÇÃO CENTENÁRIA DE EUCALIPTOS NA FLORESTA ESTADUAL “EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE”	
<p>Gabriel Ribeiro Castellano  Rafael Jose Camarinho</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270531</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>320</b>
JASMONATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA	
<p>Roberto Cecatto Júnior  Anderson Daniel Suss  Bruna Thaina Bartzen  Guilherme Luiz Bazei  Vandeir Francisco Guimarães  Lucas Guilherme Bulegon</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270532</b>	

<b>CAPÍTULO 33</b> .....	<b>335</b>
LAGARTAS DE PIPERACEAE, ARISTOLOCHIACEAE, ANACARDIACEAE E MELASTOMATACAE NA INDICAÇÃO DE QUALIDADE DE FRAGMENTO FLORESTAL DE MORRETES, PR	
Emerson Luís Pawoski da Silva Patrícia Oliveira da Silva José Francisco de Oliveira Neto Emerson Luis Tonetti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270533</b>	
<b>CAPÍTULO 34</b> .....	<b>345</b>
PERFIL QUÍMICO DO CACTO EPÍFITO <i>Rhipsalis teres</i> (CACTACEAE)	
Renan Canute Kamikawachi Virginia Carrara Marcelo José Dias Silva Odair José Garcia de Almeida Wagner Vilegas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270534</b>	
<b>CAPÍTULO 35</b> .....	<b>355</b>
USO DA CINZA DE BIOMASSA DE EUCALIPTO COMO CORRETIVO DE ACIDEZ DE SOLO, NA NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO	
Eduardo Bianchi Baratella Regis Quimello Borges Elisângela Bedatty Batista Antônio Leonardo Campos Biagini Maikon Richer de Azambuja Pereira Ronaldo da Silva Viana Cássia Maria de Paula Garcia Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270535</b>	
<b>CAPÍTULO 36</b> .....	<b>368</b>
VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ELASTICIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS NA COMUNIDADE IPITINGA TOMÉ-AÇU/PA POR MEIO DA LEI DE HOOKE	
Jhones Fonseca dos Santos Brenda Carolina Raudenkolb da Costa Anderson da Silva Parente Jhonata Eduard Farias de Oliveira Paulo Vitor dos Santos Gildenilson Mendes Duarte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270536</b>	
<b>CAPÍTULO 37</b> .....	<b>374</b>
GERMINAÇÃO DA SEMENTE <i>ANNONA MURICATA</i> L. EM DIFERENTES SUBSTRATOS	
Elaine Oliveira do Nascimento Elizilene de Souza Vaz Maria José de Sousa Trindade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57619270537</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>379</b>



## AGRICULTURA URBANA: O CASO DA HORTA COMUNITÁRIA ORGÂNICA DO PARQUE PREVIDÊNCIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, SP

### **Lucas Sales dos Santos**

Universidade Nove de Julho-UNINOVE, Ciências biológicas  
São Paulo - SP

### **Ana Paula Branco do Nascimento**

Universidade Nove de Julho-UNINOVE, Ciências biológicas  
São Paulo - SP

### **Maria Solange Francos**

Universidade Nove de Julho-UNINOVE, Ciências biológicas  
São Paulo - SP

### **Milena de Moura Régis**

Universidade Nove de Julho-UNINOVE, Ciências biológicas  
São Paulo - SP

**RESUMO:** A criação de hortas orgânicas comunitárias no espaço urbano envolve processos ecológicos e sociais, promovendo benefícios à saúde individual, social e ambiental. O presente trabalho buscou identificar as práticas de cultivo empregadas na horta da Previdência, por meio de visitas do pesquisador ao local para identificar a quantidade, medida e estrutura dos canteiros; e entrevista com a responsável pela horta do parque para obter informações das práticas de cultivo e engajamento da população. A horta do Parque Previdência conta com 3 canteiros, sendo 1

de 16 metros quadrados e outros dois de 22 metros quadrados. A responsável pela horta informou que esta existe há 1 ano. Cerca de 20 pessoas, entre crianças, adultos e idosos, ajudaram na sua implantação, porém somente 5 adultos permanecem na manutenção da horta. Ainda segundo a entrevistada, na horta cultiva-se alface, couve, espinafre, rúcula, feijão e almeirão. A irrigação é feita por gotejamentos frequente e ininterrupto, utilizando fonte de abastecimento público, sem análise prévia da qualidade da água ou contabilizar quanto se gasta. Não há uso de fertilizantes ou agrotóxicos, a terra foi adubada com chorume e compostagem simples no início do projeto, sem análise prévia do solo, porém, há ocorrência de pragas nas hortaliças, que são destinadas para o consumo destes profissionais e de funcionários do parque. Os resultados demonstram que a horta da Previdência é agroecológica, mas pode ser mais eficiente e produtiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura Urbana; Sustentabilidade; Hortas Comunitárias; Agroecologia; Segurança alimentar e nutricional.

**ABSTRACT:** The creation of community organic gardens in urban space involves ecological and social processes, promoting individual, social and environmental health benefits. The present work sought to identify the cultivation practices employed in the Social Security garden, through

visits of the researcher to the place to identify the quantity, measure and structure of the beds; and interview with the person in charge of the garden of the park to obtain information of the practices of cultivation and engagement of the population. The vegetable garden of Parque Previdência has 3 flowerbeds, being 1 of 16 square meters and another two of 22 square meters. The person in charge of the garden said that it has existed for 1 year. About 20 people, including children, adults and the elderly, helped in their implementation, but only 5 adults remain in the maintenance of the garden. Still according to the interviewee, in the garden grows lettuce, cabbage, spinach, arugula, beans and almeirão. Irrigation is done by frequent and uninterrupted dripping, using a public supply source, without prior analysis of water quality or accounting for how much is spent. There is no fertilizer or pesticide use, the soil was fertilized with slurry and simple compost at the beginning of the project, without previous analysis of the soil, however, there are occurrences of pests in the vegetables, which are destined for the consumption of these professionals and park employees. The results show that the Social Security garden is agroecological, but it can be more efficient and productive.

**KEYWORDS:** Urban Agriculture; Sustainability; Community Gardens; Agroecology; Food and Nutrition Security.

## 1 | INTRODUÇÃO

No período paleolítico os humanos eram nômades. A história da humanidade muda quando, por volta de 10 a 6 mil anos atrás, os antepassados dominam a agricultura no período neolítico. Desde então as formas de cultivo evoluíram, das máquinas aos transgênicos, fazendo da vida moderna dependente da agricultura artificial (COSTA *et al.*, 2014). No século XIX, a indústria aumentou a eficiência da produção por meio de fertilizantes químicos (CAPILÉ; SANTOS, 2011). No século XX surgem os agrotóxicos, que otimizaram grandes produções (MONTENEGRO; MARCHIORI, 2017).

Mas a agricultura convencional degrada o ambiente, contaminando o meio (ANGELIS-NETO *et al.*, 2004). O cultivo de monocultura e uso de agroquímicos empobrece o solo, que pode se tornar inútil para as gerações futuras (PRIMAVESI, 2016; FERREIRA-NETO, 2017). Além de insustentáveis, os venenos trazem problemas para a saúde do produtor e consumidor. A organização mundial de saúde (OMS) abordou em seus relatórios anuais de 2014 e 2015 que o contato com agrotóxicos eleva o risco de câncer, depressão, Alzheimer, Parkinson, entre outros (OMS, 2014, 2015).

Em 2016 a agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA) divulgou um relatório constatando alimentos com risco agudo para a saúde da população. A ANVISA tornou pública uma lista de alimentos com maior nível de contaminação por agrotóxicos, entre eles: pimentão; morango; pepino e alface; entre outros (ANVISA, 2016). Apesar disso, o brasileiro é o maior consumidor de agrotóxicos no mundo desde 2008 (CEBES, 2014). Vale ressaltar que os Limites Máximos de Resíduos Aceitáveis adotados no Brasil são muito maiores que de países desenvolvidos (PASCHOAL, 2015).

A procura por alimentos saudáveis cresce conforme a população é informada de seus benefícios. Neste cenário as hortaliças ganham destaque devido suas qualidades nutricionais, contribuindo para a saúde do consumidor (O'REILLY, 2014). Nesse sentido, hortas orgânicas comunitárias na cidade envolve processos ecológicos e sociais (AQUINO; ASSIS, 2007). Ribeiro *et al.* (2015) percebem que cultivar hortas orgânicas no meio urbano trazem benefícios à saúde individual, social e ambiental, tornando-se um importante passo rumo à sustentabilidade.

Sendo assim, o presente estudo trata de uma investigação na horta do parque Previdência, visando realizar um levantamento das práticas de cultivo adotadas pelos horticultores no local. As perguntas de pesquisa buscam entender os benefícios e dificuldades da implantação dessas hortas comunitárias em São Paulo, respondendo se elas podem contribuir para a sustentabilidade nas grandes cidades, bem como avaliar o planejamento e produção da horta estudada, o engajamento da população e os impactos dessa iniciativa nos moradores do bairro e proximidades.

A hipótese do pesquisador é de que a implantação destas hortas tem papel importante na sustentabilidade urbana, agregando ainda valores educativos e nutricionais, melhorando o bem-estar global da população envolvida. Porém, deve haver desafios no planejamento das hortas para que elas sejam produtivas, funcionais e duradouras; unindo o engajamento da população, políticas públicas que viabilizem a prática, lideranças sociais que organizem e gerenciem os projetos, e adequando as práticas de cultivo segundo os conceitos agroecológicos, com método e equipamento adequado.

Este trabalho se faz relevante porque hortas comunitárias promovem saúde física por meio de nutrição adequada; bem-estar social pelo trabalho em equipe; educação ambiental e ganhos do ponto de vista paisagístico, urbanístico e ecológico, visto que se trata de um cultivo limpo e sustentável. Vale lembrar que foram consultados gestores de 16 parques municipais: Independência, M'Boi Mirim, Aclimação, Carmo, Piqueri, Trianon, Raul Seixas, Buenos Aires, Jardim da Luz, entre outros, porém nenhum possui horta. Por isso, este estudo trata da horta da Previdência, um exemplo raro de agroecologia em São Paulo.

## **2 | OBJETIVOS**

Investigar as práticas de cultivo empregadas para verificar se a horta respeita conceitos agroecológicos, as dificuldades encontradas e observar se há engajamento dos frequentadores do Parque Previdência no manejo da horta.

## **3 | MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizadas visitas semanais, ao decorrer do mês de agosto de 2018, ao

parque Previdência e, especialmente, à horta do parque Previdência, nas quais se observou a quantidade, medida e estrutura dos canteiros, disposição e identificação das hortaliças, bem como se estas apresentam aspecto saudável ou alguma evidencia de presença de pragas e doenças vegetais, e sistema de irrigação utilizado. Todas essas informações foram registradas em bloco de notas e fotografias.

Além disso, foi realizada entrevista com a responsável pela horta do Parque Previdência no dia 22\08\2018. O roteiro da entrevista foi inspirado no trabalho de Prael-Pantano *et al.* (2009) e Medeiros (2014); porém, modificado para os propósitos deste trabalho. As perguntas têm intenção de investigar; atividade, perfil e engajamento dos voluntários; problemas encontrados nos cultivares e tecnologias usadas no cultivo; se a horta se enquadra nos conceitos agroecológicos; e o contexto social do projeto (tabela 1).

Pergunta	Intenção de se investigar
Há quanto tempo existe essa horta?	Atividade, perfil e engajamento dos voluntários
Já teve ou trabalhou em outra horta anteriormente?	
Quantas pessoas trabalham na horta? Qual é a faixa etária?	
Onde adquire as hortaliças? São mudas ou sementes?	Aspectos práticos da horta: Possíveis problemas encontrados nos cultivares e tecnologias utilizadas no cultivo
Tem auxílio de técnico agrícola ou agrônomo? O que é cultivado?	
Quantas vezes a horta é irrigada? Por quanto tempo?	
De onde vem a água? Fez análise?	
Faz adubação ou fertilização nos canteiros? Quando e qual tipo?	
Faz análise de solo antes da adubação?	Se a horta se enquadra nos conceitos agroecológicos
Faz uso de agrotóxicos?	
Tem ocorrência de pragas e doenças? Se sim, quais e como controla?	
Existe o cadastro da horta, junto à prefeitura?	Contexto social do projeto
Quanto gasta de água por mês?	
Qual é o destino das hortaliças produzidas?	

Tabela 1- Perguntas da entrevista e suas respectivas intenções de investigação.

O Parque municipal Previdência está localizado na Região Oeste de São Paulo, no bairro Previdência, Rua Pedro Peccinini, nº 88. Tem 91.500m<sup>2</sup> de área. (SÃO PAULO, 2010). Na figura 1 é possível visualizar a localização do Parque Previdência em relação a Cidade de São Paulo, SP.



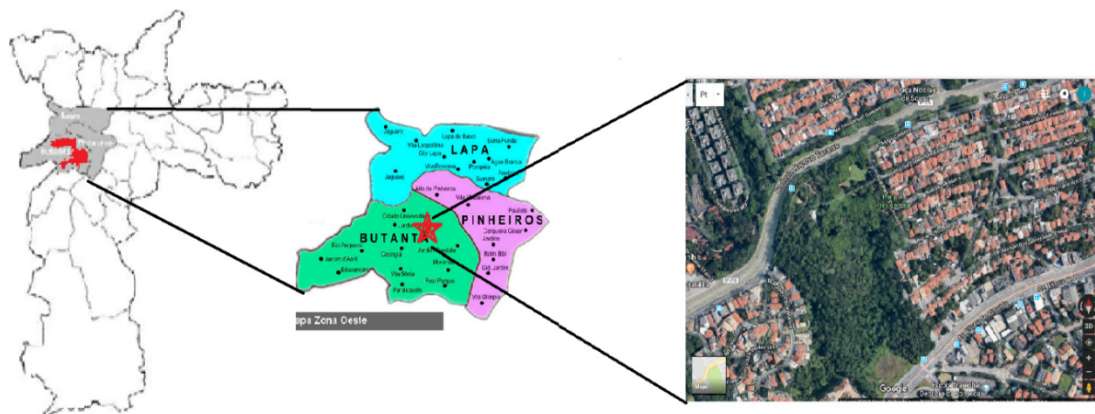


Figura 1 – Localização do parque previdência em relação a cidade de São Paulo, SP (Google Maps; Google Earth, 2018)

Os artigos levantados, nas bases de dados Google Acadêmico e Scielo, e as informações obtidas nos Ebooks, para realização da pesquisa bibliográfica, foram analisados para verificar a adequação com o objetivo deste trabalho. Os dados foram tabulados considerando o ano de publicação do trabalho, o local (cidade, estado e região); os principais conceitos teóricos; além das conclusões e principais observações dos autores levantados.

Quanto aos dados obtidos no estudo da horta da Previdência, estes foram submetidos a análises simples (SILVA; FREIRE, 2010) com auxílio do *software Microsoft Excel 2013*, no qual foram produzidas tabelas (SOUZA *et al.*, 2012; RÉGIS, 2016) para demonstrar os resultados das práticas de cultivo e dificuldades encontradas na horticultura do parque Previdência e suas possíveis soluções. Os resultados da entrevista realizada com a responsável pela horta foram submetidos ao método de análise de conteúdo (RÉGIS, 2016).

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A infraestrutura da horta conta com 3 canteiros retangulares, sendo 1 de 16 metros quadrados (16x1), e outros dois de 22 metros quadrados (11x2) cada, totalizando uma área de 60 metros quadrados de solo. A irrigação se dá por uma mangueira furada disposta por todo espaço de terra (figura 2). A irrigação é feita por gotejamentos frequente e ininterrupto, utilizando abastecimento público, sem análise prévia da qualidade da água ou contabilizar quanto se gasta.



Figura 2 –Canteiros e sistema de irrigação da horta do parque Previdência (acervo do pesquisador 22\08\2018).

A entrevistada é uma das líderes do projeto desde seu início e integra o grupo de moradores conselheiros do Parque Previdência. Moradora do bairro Previdência e frequentadora do parque há anos, comporta-se de forma engajada às funções cidadãs. Ela tem 41 anos e ensino superior completo em biologia, pós-graduada na área de licenciamento ambiental.

As hortas comunitárias podem servir como estratégia de redução da pobreza e melhoria das condições alimentares das famílias. Algumas experiências brasileiras de sucesso já foram relatadas em diferentes publicações científicas. A criação de hortas comunitárias pode contribuir para o desenvolvimento de comunidades de baixa renda, levando a inclusão social, por meio de atividades que tenham como objetivo a promoção da saúde e ações educativas voltadas a aspectos ambientais (BRANCO; ALCÂNTARA, 2011).

O perfil da responsável pela horta deste estudo, portanto, difere do padrão dos horticultores relatados na maioria dos artigos relacionados, quanto ao nível socioeconômico. Apesar de boa parte da literatura trazer benefícios na geração de renda e na oferta de alimento para parcelas da população em situação de pobreza, os impactos da horta nos hortelãos deste estudo devem ser mais relacionados com promoção da saúde e contato com a natureza.

Silva *et al.* (2011) apontam que a maioria dos horticultores urbanos tem baixa escolaridade, portanto precisam ser instruídos quanto às formas de cultivo. Em sintonia, Andrade *et al.* (2014) chamam atenção para a necessidade de levar informações sobre técnicas agrícolas sustentáveis aos horticultores. Porém, a partir dessas primeiras informações e da observação do pesquisador quanto ao público do local de estudo, nota-se que a horta da Previdência não se enquadra nesta realidade, pois há bom nível de instrução dos voluntários.

A hortelã não tinha experiência anterior com horticultura. Segunda ela, a horta existe há aproximadamente 1 ano, quando os moradores do bairro se organizaram para montar a estrutura. No começo do projeto um grupo de 20 pessoas, entre crianças, adultos e idosos, ajudaram a levantar o estrutura em um mutirão. Porém atualmente apenas 5 pessoas se mantêm ativas na manutenção da mesma, e a faixa etária destas

é de 35 a 45 anos. A entrevistada se queixa da dificuldade de engajamento dos mais jovens.

Atividades na horta podem ter benefícios principalmente para crianças, que em contato com a natureza, desenvolvem a partir de atividades lúdicas, conscientização ambiental e coletividade. O Ministério da Educação (MEC), com o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), pretende promover conscientização dos jovens e colaborar para hábitos alimentares saudáveis com hortas escolares (MEC, 2018).

Questionada sobre estes mutirões, a entrevistada explica que no começo eram semanais, para preparar o terreno. Depois de montada a horta os encontros passaram a ser mensais, mas atualmente não há uma periodicidade definida. Portanto a montagem envolveu dezenas de pessoas, entre adultos e crianças (figura 3), porém não houve continuidade no engajamento da maior parte dos envolvidos. O'Reilly (2014) alerta que projetos de hortas comunitárias só são possíveis com a participação da comunidade.



Figura 3 – Construção da infraestrutura da horta do parque Previdência (acervo do pesquisador 09\06\2017).

A entrevistada reconhece que precisa recrutar novos interessados, pois algumas pessoas do bairro podem nem saber da horta. A incorporação de novos hortelãos que se envolvam no projeto a longo prazo deve contribuir muito. Medeiros (2014) afirma que existe demanda para a construção de hortas urbanas comunitárias. De fato, observou-se que há projetos na maioria dos parques pesquisados na elaboração deste trabalho, porém falta mão de obra, engajamento voluntário e, principalmente, organização e lideranças.

Uma vez averiguado o perfil dos horticultores e sua organização como comunidade para cultivar a horta, o questionário entrou nos aspectos práticos da cultura. Quando perguntada sobre o que é cultivado na horta, a voluntária admite não saber os nomes científicos das espécies, portanto a identificação das mesmas foi realizada pela observação do pesquisador e comparação dos nomes populares dos cultivares, dados pela entrevistada, com o portal da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

Conforme o que a hortelã popularmente afirma cultivar, estão alface roxa, lisa



e crespa (variações de *Lactuca sativa*), couve, couve flor e brócolis (variações de *Brassica oleracea*) (figura 4), espinafre (*Spinacia oleracea*), rúcula (*Eruca vesicaria*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*)(figura 5), almeirão e radique (variações de *Cichorium intybus*)(figura 6); e temperos como salsinha (*Petroselinum crispum*), cebolinha (*Allium schoenoprasum*) e coentro (*Coriandrum sativum*) (EMBRAPA, 2018).



**Figura 4** – Alface, couve, couve flor e brócolis cultivados na horta do parque Previdência (acervo do pesquisador 22\08\2018).



**Figura 5** – Espinafre, rúcula e feijão cultivados na horta do parque Previdência (acervo do pesquisador 22\08\2018).



**Figura 6** – almeirão e radique cultivados na horta do parque Previdência (acervo do pesquisador 22\08\2018).

As variedades de alface são nativas da Ásia e, no Brasil, pertencem ao bioma cerrado; já a rúcula que se enquadra no bioma caatinga, e a salsinha e radique, que melhor adequam-se em regiões temperadas, têm origem na região mediterrânea. Portanto de todas as espécies escolhidas para cultivar na horta do parque previdência, o feijão é o único nativo das américas, mais precisamente México. Além dele só as



variedades de couves, o espinafre, coentro e a cebolinha, que são nativas da Europa, estão incluídas no *bioma* mata atlântica (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

Por se tratar de um ambiente controlado, não há riscos no que tange proteção do bioma mata atlântica, afinal não caracterizam espécies invasoras. Entretanto, na intenção de valorizar a biodiversidade nativa, e levando em consideração que esta pode se adequar melhor aos fatores climáticos da região na cidade de São Paulo, sugere-se que se dê prioridade às hortaliças da mata atlântica, assim como vem sendo amplamente incentivado pelas autoridades com árvores ornamentais e frutíferas (SÃO PAULO, 2018).

A EMBRAPA incentiva a produção de hortaliças nativas de mata atlântica não convencionais, tendo em vista sua importância sociocultural e diversificação da produção e alimentação (EMBRAPA, 2010). Taioba (*Xanthosoma taioba*); trançagem (*Plantago major*); taboa (*Typha domingensis*); flor de pincel (*Emilia fosbergii*) são exemplos de hortaliças da mata atlântica com inúmeros benefícios nutricionais e propriedades medicinais que podem ser cultivadas em hortas, além da importância cultural (GREENME, 2018).

Em relação a irrigação, a líder do projeto afirma que no começo era feita manualmente, depois foi instalado o sistema atual demonstrado na infraestrutura da horta, que segundo ela é por gotejamento que, ininterruptamente, fornece água obtida do sistema público. Os hortelãos nunca estimaram o gasto, seja volumétrico ou monetário. A água utilizada na irrigação nunca fora analisada, o que pode significar um problema na questão de segurança alimentar.

Quando indagada a respeito da adubação, a hortelã afirma ter usado “*apenas chorume e composto, que é um sistema de compostagem muito simples do parque, só um depósito de folha seca*” (figura 7). Porém o parque não dispõe de composteira, segundo a líder do projeto “*não tem nada, a gente só deposita lá e apodrece, não mistura nada, só um composto simples. O chorume vem de moradores do bairro que tem minhocário em casa*”.



Figura 7 – manejo de serapilheira para adubação no início do plantio na horta do parque Previdência (acervo do pesquisador 22\08\2018).

Cabe lembrar que, para as espécies vegetais serem nutridas adequadamente

e se desenvolverem bem, é necessário um solo fértil e biologicamente ativo, com matéria orgânica, diversidade de vegetais, insetos e microorganismos. Quanto mais matéria orgânica no solo, mais vida terá este e mais saudável será a planta que nele habita.

A simplificação dos agroecossistemas, ou seja, monoculturas, ausência de rotação e de consorciação de culturas e falta de matéria orgânica no solo, prejudica especialmente regiões tropicais e subtropicais, áreas onde a biodiversidade é plena (PASCHOAL, 2015). Por outro lado, a agricultura orgânica estimula a atividade biológica do solo, incluindo a mesofauna e os microorganismos, fornecendo: biomassa; proteção do solo (serapilheira) e aplicação de produtos naturais ricos em nutrientes, solubilizados pelos organismos presentes no solo (ORMOND *et al.*, 2002).

A rotação de culturas trata de variar as espécies cultivadas numa área com o tempo. O plantio de uma mesma cultura repetidas vezes no mesmo local prejudica a utilização dos nutrientes do solo, deixando-o pobre, infértil e improdutivo, aumentando a incidência de pragas e doenças. Em hortas, sugere-se que a rotação de culturas deve ter diferentes famílias, não só pela biodiversidade, mas porque cada uma tem particularidades quanto a utilização dos nutrientes do solo e problemas fitossanitários, o que evita desequilíbrios ecológicos e o consequente ataque de pragas e doenças (MELO, 2010).

Levando isso em consideração, pode-se afirmar que, o que se investigou sobre a horticultura do parque previdência até aqui, sugere que esta respeita, em partes, os conceitos agroecológicos, pois varia as culturas conforme espaço e tempo, mesmo que não haja um plano de rotação de culturas bem elaborado conforme a adaptação das espécies ao solo, clima e sazonalidade, a variedade de culturas basta para manter o solo minimamente saudável.

Paschoal (1994, 2015), incentivando uma agricultura sustentável, afirma que o controle biológico de pragas e espécies daninhas pode ser tão eficaz quanto o uso de venenos agrícolas para a produção, e menos prejudicial para a saúde da população e para o ambiente. O autor chama atenção para as inúmeras provas existentes de que a produtividade do cultivo orgânica é igual ou superior à agricultura convencional.

Na agricultura urbana é importante que princípios da agroecologia sejam utilizados, especialmente no cultivo orgânico, tornando-a menos impactante ao meio, proporcionando um ambiente saudável para a população e alimentos de boa qualidade. Um dos pontos que melhora a qualidade de vida da população é o gerenciamento comunitário dos resíduos orgânicos para serem transformados em compostos orgânicos, a coleta destes resíduos melhora as condições sanitárias e, conseqüentemente, a saúde da comunidade (MELO, 2010).

Todavia, apesar da adubação ser feita adequadamente e respeitando os conceitos da agroecologia, a voluntária conta que a horta só foi adubada no começo, e desde então, cerca de 8 meses, não foi reforçado nenhum tipo de adubo. Quando questionada sobre falta de periodicidade da adubação a entrevistada reflete sobre a

falta de organização dos voluntários: “ não, não tem. Inclusive, uma coisa que está pendente, é uma reunião para a gente combinar essas coisas, as regras.

Seguindo o roteiro de entrevista, perguntou-se sobre fertilizantes, quando a entrevistada nega o uso, mas pergunta qual a diferença entre adubo e fertilizante, perante a confusão e não esclarecimento do pesquisador sobre o assunto no momento para não comprometer a fidedignidade da entrevista, a hortelã diz acreditar que *“adubação é para a terra, e fertilização é para planta”*, e conclui que não houve fertilização dos canteiros.

Para descobrir se a horta é de fato orgânica, tendo em vista a dúvida gerada a respeito da fertilização, a entrevista toma o rumo de investigação mais profunda sobre o possível uso destes produtos, quando constata-se que, de fato, não houve nenhum tipo de fertilização sintética em nenhum momento da horticultura do parque previdência. O que é benéfico sabido seus contras.

Na sequência da entrevista, questionou-se sobre análise do solo anterior a adubação, *“ não, não fizemos, a única coisa que a gente fez (...) o geólogo aqui do bairro tinha um equipamento que ele fez uma espécie de sondagem, mas sem tirar amostra de solo (...) só para ver quanto tinha de terra e quanto tinha de entulho”*. Mas sobre análise dos nutrientes ou possíveis contaminantes na terra usada a resposta foi não.

A falta de análise da qualidade do solo e da água pode representar ameaça na segurança alimentar e nutricional dos consumidores, apesar de não aparentar ser grave pois, no caso da horta do parque previdência, se conhece o uso antecedente da área, o qual não sugere ter degradado e contaminado a terra. A água vem do sistema público e chuva, portanto mesmo que não seja o ideal, não aparenta ser um problema de saúde eminente. De qualquer forma é recomendável que seja feita a análise de ambos.

A segurança alimentar e nutricional depende de formas agroecológicas. A modernização do sistema agrícola exige que os princípios de manejo dos recursos naturais e a seleção de tecnologias sejam definidas na integração entre a ecologia e a agronomia. Sendo assim compatíveis com a heterogeneidade dos agroecossistemas, agregando os conhecimentos locais empíricos, os avanços científicos e o uso de tecnologias e métodos menos nocivas ao meio e à saúde humana (CAPORAL; COSTABEBER, [2002](#)).

A entrevista chega numa parte importante, para que a horta seja categorizada como orgânica, e a entrevistada afirma não ter feito uso de nenhum agrotóxico. Portanto, investigadas as práticas de cultura e a não utilização de agente químicos externos, pode-se afirmar que a horta orgânica comunitária do Parque Previdência, respeita os princípios da agroecologia e pode ser considerada orgânica, apesar de ter ampla margem para melhora, tanto na produtividade, como na integração e interação com às necessidades ambientais e urbanas, por exemplo servir de destino para resíduos orgânicos domiciliares.

Paschoal (1994) lembra que o uso do agrotóxico causa desequilíbrio ecossistêmico, pois combate artificialmente a praga ou patógeno, mas não resolve as causas do problema, necessitando o uso contínuo, que contamina os recursos naturais. O autor critica o desequilíbrio bioquímico da planta causado por agrotóxicos que favorece as pragas, atraindo insetos sugadores, ácaros, nematoides, bactéria e fungos. Ironicamente, desde 2008 o Brasil é o maior consumidor deste veneno em todo o mundo (OMS, 2014).

A presença de pragas e doenças vegetais é limitante no desempenho da produção agrícola. O consumo de agrotóxicos no país, como herbicidas e fungicidas é crescente, com vendas anuais que superam U\$ 2,5 bilhões. Esse aspecto é muito sério em áreas urbanas, pela proximidade das residências, aumentando o risco de contaminação. A solução é a uso de defensivos alternativos como agentes de biocontrole, fertilizantes líquidos, feromônios, extratos de plantas, entre outros (AQUINO; ASSIS, 2007).

Para investigar as dificuldades no cultivo orgânico, perguntou-se sobre ocorrência de pragas, a resposta foi positiva, porém houve dificuldade na identificação do problema: *“ não sei dizer quais são, mas a gente olha aqui tem um pé de uma espécie de alface que está todo furadinho, todo comidinha. A gente não chegou ainda a identificar ”*. Então a entrevistada conta que não faz nada para controlar herbivoria, e que não observou nenhum tipo de doença foliar.

Paschoal (2015) lembra que a agricultura orgânica cresce 20% ao ano no Brasil, a taxa mais alta do mundo. Mas ainda carece o desenvolvimento e aplicação de soluções que atenuem as consequências do uso de insumos industrializados, protegendo os recursos naturais e evitando erosão e infertilidade do solo, assim como a relação da biota com o sistema solo-planta (PRIMAVESI, 2003).

Paschoal (2015) chama atenção para as provas de que a produtividade do cultivo orgânico é igual ou até superior à da agricultura convencional. O autor explana o assunto em seu livro: *“ Produção Orgânica de Alimentos ”*, escrito em 1994. Desse modo, a produção orgânica visa equilíbrio ecossistêmico utilizando métodos naturais de adubação e de controle de pragas, como adubação verde, compostagem, controle biológico de insetos e doenças e a manutenção da estrutura e da profundidade do solo, sem alterar suas propriedades.

Pereira *et al.* (2015) descrevem a qualidade de determinadas hortaliças orgânicas com bons teores de nutrientes essenciais para a alimentação humana com segurança alimentar. Afinal, o uso de insumos orgânicos, aliado à volta de cultivares adaptados às condições climáticas locais, manobrando as épocas de plantio, o uso de defensivos alternativos não poluentes, e o planejamento de sistemas de produção funcionais ao ecossistema urbano são desafios a serem vencidos para o sucesso das hortas urbanas (AQUINO; ASSIS, 2007).

A tabela 2 demonstra a relação da horta do parque previdência com os conceitos agroecológicos adotado pela literatura. Para o cultivo na horta da Previdência ser considerado orgânico a resposta deve ser *“ não ”* nos 2 primeiros tópicos. Os

demais tópicos tratam da otimização da produtividade do cultivo respeitando práticas agroecológicas, nestes, quando mais respostas “sim” mais eficiente deve ser o cultivo.

<b>Qualifica cultivo como orgânico</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
1. Utiliza agrotóxico ou fertilizantes		<b>X</b>
2. Usa algum tipo de produto químico sintético		<b>X</b>
<b>Técnicas agroecológicas</b>		
3. Utilização de matéria orgânica morta	<b>X</b>	
4. Utilização de esterco animal e biofertilizantes		<b>X</b>
5. Reaproveita resíduos orgânicos		<b>X</b>
6. Seleciona cultivares conforme época do ano		<b>X</b>
7. Diversificação e consorciação de cultivares	<b>X</b>	
8. Defensivos alternativos não poluentes		<b>X</b>
9. Adubação verde e cobertura viva no solo		<b>X</b>
10. Rotação e integração das culturas		<b>X</b>
11. Controle condições físico-químicas do solo		<b>X</b>
12. Controle biológico de pragas e fitopatógenos		<b>X</b>

Tabela 2 – Demonstrativo se a horta é orgânica e se enquadra nos conceitos agroecológicos

Portanto, a horta estudada pode ser considerada orgânica, já que não usa produtos sintéticos. Porém, se seguisse os conceitos agroecológicos ilustrados na tabela acima, poderia ser mais eficiente. A hortelã conta que a horta não tem cadastro na prefeitura por escolha dos próprios hortelãos. O que explica a necessidade de os horticultores terem que pagar pelas mudas adquiridas, bem como não terem auxílio na mão de obra. Os voluntários preferem cuidar da horta do jeito que lhes é mais confortável, sem interferência externa.

Branco e Alcântara (2011) revisaram 55 trabalhos que enfatizaram a propriedade da terra cultivada e em apenas 16 deles têm hortas comunitárias em terrenos públicos, como no Parque Previdência, mas nenhum deles se manteve até hoje. Os autores associam esse acontecimento à vontade política momentânea, urbanização mal planejada e dificuldades de cunho financeiro.

Para finalizar a entrevista questionou-se quanto ao destino das hortaliças produzidas, e a resposta foi que “*Basicamente comunidade e funcionários do parque*”. Portanto, a horta do parque previdência não é uma forma de geração de renda, como descrito na maioria dos artigos relacionados. A tabela 3 mostra uma relação com os problemas encontrados na horta do parque previdência, e as seguintes soluções sugeridas com base na literatura:



<b>Problemas</b>	<b>Soluções</b>
Desinteresse infantil	Propor atividades lúdicas na horta
Irrigação ineficiente e uso irracional da água	Métodos eficiente sem desperdício
Poucos voluntários	Divulgação o projeto
Falta de lideranças sociais	Mobilização social
Falta conhecimento técnico-científico	Apoio especializado
Ausência de composteira	Apoio com infraestrutura básica
Falta de continuidade	Gerenciamento adequado
Não aproveitamento de resíduos orgânicos	Montar logística de adubação
Falta de segurança alimentar	Análise da água e solo
Não aduba periodicamente	Montar cronograma de adubação
Não há critério na escolha dos cultivares	Planejamento e rotação de cultivares
Falta técnicas de combate pragas e doenças	Fertilizante e controle biológico
Desorganização dos horticultores	Planejamento
Otimizar produtividade orgânica	Seguir conceitos agroecológicos

Tabela 3 – Relação dos problemas na horta previdência e suas respectivas soluções

## 5 | CONCLUSÃO

As perguntas de pesquisa buscavam entender os benefícios e dificuldades na implantação da horta e avaliar se ela é orgânica. A hipótese era que a horta exerce papel importante na sustentabilidade urbana, melhorando o bem-estar global da população. As respostas obtidas apontaram para benefícios dos projetos, tanto na literatura como no caso da horta da Previdência. Comprovando a hipótese de que a implantação destas hortas tem função positiva na sustentabilidade urbana e qualidade de vida da população.

Quanto as dificuldades encontradas: de fato houve desafios na produção e durabilidade. O primeiro depende das práticas agroecológicas, engajamento e lideranças sociais. Para superar a inconsistência dos projetos, o ponto chave é planejamento e motivação social, divulgar e atrair o público para participar dos projetos. Portanto a horta da Previdência, mostrou que a prática traz benefícios, que podem ser explanados em outros locais públicos. O exemplo aponta pontos de sucesso a se copiar, e pontos a se melhorar, servindo como bom parâmetro.

Nota-se boa vontade dos voluntários em manter a horta baseados no conhecimento empírico, porém com defasagem de técnicas. Independente da produtividade, a iniciativa dos horticultores é positiva. Todavia vale propor ações em busca do desenvolvimento da horta. Se agregasse técnicas de cultivo mais eficientes, a horta poderia ser mais produtiva. Assim sugere-se análises do solo e água para garantir a qualidade das colheitas; plano de rotação de culturas conforme adaptação das espécies ao solo e clima; e observação de pragas.

Continuando com possíveis melhorias na horta estudada, listam-se irrigação inteligente e maior divulgação do projeto pelo bairro e frequentadores do parque, afinal atraindo mais voluntários que contribuam com o trabalho na horta permite-se, entre



outras coisas, organizar melhor adubação e ter mais força de trabalho. O emprego de compostagem para reaproveitamento dos resíduos orgânicos é válido, pois pode solucionar a problemática do descarte de material orgânico das residências.

Então, em teoria, as hortas urbanas podem dar muito certo. Porém para que a prática acompanhe este otimismo, é necessário que o projeto seja bem elaborado. Com um estudo social para entender os melhores locais para a implantação das hortas, escolha adequada das espécies a serem cultivadas, considerando o tempo de crescimento, para planejar a consorciação dos cultivares. Trabalhos acadêmicos futuros podem contribuir para este e outros projetos semelhantes, com análises laboratoriais do solo, água e hortaliças.

Mais estudos sobre são bem-vindos, principalmente os que implementem modelos de hortas em locais ociosos de São Paulo, para avaliar o impacto econômico em diferentes públicos quanto a classe social e percepção ambiental, e mensurar o papel dessas hortas na sociedade e dificuldades encontradas em cada situação. Para avaliar melhor o desenvolvimento dos projetos necessita-se acompanhamento de longo prazo, raro até hoje na literatura. Só assim podem ser observadas a interferência do cenário político; melhorias sociais e econômicas para a população; o impacto da produção urbana sobre o solo e água; e a fórmula para a longevidade dos projetos.

Por fim, conclui-se que a horta do parque Previdência pode melhorar em muitos pontos, mas também representa bom modelo, principalmente do ponto de vista de iniciativas e lideranças comunitária, que pode ser explanado nos demais parques na capital de São Paulo. Estas são as principais contribuições para a sociedade e sustentabilidade das cidades que este estudo pretende: melhorar a horta do parque Previdência e incentivar essa prática em outros parques públicos da cidade para disseminar os benefícios da a horticultura orgânica e contribuir na sustentabilidade das cidades.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. C.; PROENÇA, I. C. L.; OLIVEIRA, M. L. S.; SOUZA, B. Interfaces em Desenvolvimento. **Agricultura e Sociedade**, 8, 2: 223-249, 2014

ANGELIS-NETO, G.; ANGELIS, B. L. D.; OLIVEIRA, D. S. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. **Acta Scientiarum. Technology**, 26, 1: 65-73, 2004.

ANVISA, 2016 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Revista Rebia). Disponível em (<http://revista.rebia.org.br/2016/88/850-lista-da-anvisa-dos-alimentos-com-maior-nivel-de-contaminacao>). Visualizado 07/03/2018.

AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. **Ambiente & Sociedade**, 10, 1: 137-150, 2007.

BRANCO, M. C.; ALCÂNTARA, F. A. Hortas urbanas e periurbanas: o que nos diz a literatura brasileira? **Horticultura brasileira**, 29, 3: 421-428, 2011.

CAPILÉ, B. SANTOS, N. P. A Química no melhoramento da produção agrícola e sua divulgação na revista agrícola. In: LOPES, M. M.; HEIZER, A. **Colecionismo, prática de campo e representações**. Campina Grande: EDUEPB, 2011, cap. 15, p. 183-194.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia. Enfoque científico e estratégico **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, 3, 2: 13-16, 2002.

COSTA, S. S.; RODRIGUES, A. J.; SILVA, J. A. B.; FONTANA, R. L. M. Uma abordagem da agricultura sobre os modos de produção. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT**, 2, 2: 231-242, 2014.

EMBRAPA, 2010 - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (agrobiologia). Disponível em (<https://www.embrapa.br/agrobiologia/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2613/hortalicas-tradicionais-hortalicas-nao-convencionais>). Visualizado em: 30\09\2018.

EMBRAPA, 2018 - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: (<https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/888001/>). Visualizado em: 30\09\2018.

FERREIRA-NETO, D. N. **Caminhos e perspectivas para a popularização da permacultura no Brasil**. Piracicaba, 2017. 368 p. Dissertação (Mestrado em ciências) - Área de concentração: ecologia aplicada, Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz" - Centro de Energia Nuclear na Agricultura - Universidade de São Paulo, 2017.

GREENME, 2018 – Guia plantas brasileiras comestíveis. Disponível em (<https://www.greenme.com.br/informar-se/biodiversidade/2924-plantas-nativas-comestiveis-brasileiras>). Visualizada em 30\09\2018.

MEC, 2018 – Ministério da Educação. Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA). Disponível em (<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/33096>). Visualizado em 17\03\2018.

MEDEIROS, C. B. N. **Desafios para implantação de hortas urbanas comunitárias em Natal/RN: perspectivas e diretrizes**. Natal, 2014. 159 p. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

MELO, L. S. **Agricultura urbana: um estudo de caso nas comunidades Chico Mendes e Jardim Janaina**. Florianópolis, 2010. 62 p. Monografia (Graduação em agronomia) – Centro de Ciências Agrárias – Universidade federal de Santa Catarina, 2010.

MONTENEGRO, P. C. B.; MARCHIORI, N. M. Agroecologia como proposta para uma produção agrícola sustentável. **Revista científica faculdades do saber**, 1, 2: 88-99, 2017.

OMS, 2014 - Organização Mundial de Saúde. Disponível em (<http://contraosagrotoxicos.org/relatorio-anual-da-oms-lista-ingestao-de-agrotoxicos-entre-principais-formas-de-suicidio-no-mundo/>). Visualizado em 03\04\2018.

OMS, 2015 – Organização Mundial da Saúde. Disponível em (<https://www.abrasco.org.br/site/noticias/saude-da-populacao/oms-divulga-nova-classificacao-de-pesticidas-relacionados-ao-cancer/11545/>). Visualizado em 24\03\2018.

O'REILLY, É. M. **Agricultura urbana – um estudo de caso do projeto hortas cariocas em Manguinhos, Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2014. 75 p. Projeto de Graduação (Graduação em engenharia Ambiental) - Escola Politécnica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

ORMOND, J. G. P., Paula, S. R. L.; FILHO, P. S. C. F.; ROCHA, L. T. M. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, 15: 3-34, 2002.

PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. Piracicaba: Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP), 1994. 191p.

PASCHOAL, A. D. **Carta Maior**. Agrotóxicos são do mal, sim! 2015. Disponível em (<https://www.cartamaior.com.br/?/Editoria/Mae-Terra/Agrotoxicos-sao-do-mal-sim-/3/35047>). Visualizado em 27\04\2018.

PEREIRA, E. M.; SANTOS, Y. I. M. G.; FILHO, M. T. L.; FRAGOSO, S. P.; PEREIRA, B. B. M. Qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças cultivadas de forma orgânica. **Revista verde de agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, 10, 2: 56-60, 2015.

PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018. Disponível em (<https://www.portalsaofrancisco.com.br/?s=Eruca+vesicaria>). Visualizado em 30\09\2018.

PRELA-PANTANO, A.; CARDOZO, G. M. B. Q.; SURACI, R.G.; TRANI, P. E. **Levantamento de hortas comunitária e familiar em áreas urbana e periurbana no município de Americana, região metropolitana de Campinas-SP**. Campinas. 2009.

PRIMAVESI, A. Revisão do conceito de agricultura orgânica: conservação do solo e seu efeito sobre a água. **Biológico, São Paulo**, 65, 1: 69-73, 2003.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente**. 2ed. São Paulo: Nobel, 2016. 143p.

RÉGIS, M. M. **Percepção ambiental e uso de parques urbanos por frequentadores do Parque Jardim da Conquista, São Paulo/SP**. São Paulo, 2016. 113p. Dissertação (Mestrado em Administração - Gestão Ambiental e Sustentabilidade) – Programa de Pós-Graduação em Administração - Gestão Ambiental e Sustentabilidade (GeAS), Universidade Nove de Julho, 2016.

RIBEIRO, S. M.; BÓGUS, C. M.; WATANABE, H. A. W. Agricultura urbana agroecológica na perspectiva da promoção da saúde. **Saúde e sociedade**, 24, 2: 730-743, 2015.

SÃO PAULO, 2010 - Prefeitura de São Paulo. Secretaria municipal do verde e do meio ambiente (parque Previdência). Disponível em ([http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/parques/regiao\\_centrooeste/index.php?p=5763](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/regiao_centrooeste/index.php?p=5763)). Visualizado em 27\03\2018.

SÃO PAULO, 2018 - Prefeitura de São Paulo. Secretaria municipal do verde e do meio ambiente (fornecimento de mudas nativas de mata atlântica). Disponível em (Prefeitura de São Paulo. Secretaria municipal do verde e do meio ambiente). Visualizado em 30\09\2018.

SILVA, D. S. O.; LEITE, D. T.; GALDINI, G. O.; COSTA, C. C. Descrição das atividades desenvolvidas nas hortas urbanas no município de Pombal. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, 6, 5: 06 – 16, 2011.

SILVA, T. S.; FREIRE, E. M. X. Abordagem etnobotânica sobre plantas medicinais citadas por populações do entorno de uma unidade de conservação da caatinga do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu**, 12, 4: 427-435, 2010.

SOUZA, T. J.; AMORIM, M. C. C.; SILVA-NETO, J. A. Percepção dos frequentadores de área de preservação permanente em Petrolina-PE quanto ao meio ambiente e a degradação ambiental. **Revista Seminário De Visu**, 2, 3: 317-325, 2012.

## SALICILATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA

### **Roberto Cecatto Júnior**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Anderson Daniel Suss**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Bruna Thaina Bartzén**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Guilherme Luiz Bazei**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Vandeir Francisco Guimarães**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Lucas Guilherme Bulegon**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

**RESUMO:** O estudo com os salicilatos teve início a partir de observações do prolongamento da vida em pós-colheita de flores utilizando o ácido salicílico, possivelmente por interferir na biossíntese de etileno. As principais substâncias que integram o grupo são o ácido salicílico e

salicilato de metila, essas substâncias são produzidas com a ativação das rotas dos mecanismos de defesa, sendo desencadeada a produção por diversos fatores ambientais temperaturas elevadas, déficit hídrico, salinidade, excesso de luz e ataque de pragas e patógenos. O modo de ação dos hormônios vegetais envolve três etapas principais, sendo elas a percepção do sinal, transdução do sinal percebido e os alvos primários da ação do hormônio, desta forma, ocorre os efeitos dos salicilatos nas plantas, afetando crescimento, desenvolvimento e produção estando associado a respostas a estresses bióticos e abióticos além de contribuir na manutenção da qualidade de frutos em pós-colheita. Com isso, na agricultura os salicilatos podem ser usados para auxiliar no controle de patógenos e insetos praga, também são utilizados para manutenção da qualidade de flores e frutos em pós-colheita.

**PALAVRAS-CHAVE:** ácido salicílico, resistência adquirida, mecanismo de defesa.

**ABSTRACT:** The study with salicylates started from observations of prolonged post-harvest life of flowers using salicylic acid, possibly by interfering with ethylene biosynthesis. The main substances that are part of the group are salicylic acid and methyl salicylate, these substances are produced with the activation of the routes of the defense mechanisms, being

triggered the production by several environmental factors high temperatures, water deficit, salinity, excess light and pest and pathogen attack. The mode of action of plant hormones involves three main steps, being the perception of the signal, transduction of the perceived signal and the primary targets of the action of the hormone, in this way, the effects of salicylates on plants affect growth, development and production. associated to responses to biotic and abiotic stresses, as well as to contribute to the maintenance of post-harvest quality. Thus, in agriculture, salicylates can be used to assist in the control of pathogens and pest insects, they are also used to maintain the quality of flowers and fruits in post-harvest.

**KEYWORDS:** salicylic acid, acquired resistance, defense mechanism.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das plantas é controlado pela produção de compostos orgânicos conhecidos como hormônios vegetais, por exemplo, auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e o ácido abscísico que são os grupos mais estudados, mas existem outros grupos de hormônios que também influenciam no crescimento e desenvolvimento das plantas como os salicilatos. Esse grupo afeta inúmeros processos fisiológicos nas plantas, no entanto, foi descrito mais recentemente (KERBAUY, 2008).

Os salicilatos são classificados como hormônios vegetais pelo fato de estarem relacionados a regulação das plantas, onde atuam na indução de inúmeros processos fisiológicos, incluindo a fotossíntese (COLLI, 2008). Os salicilatos desempenham papel importante na indução da expressão de genes relacionados a defesa das plantas, pelo fato de serem compostos sinalizadores e amplificadores de sinais (VELINI et al., 2009).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica completa a respeito do histórico, principais hormônios, síntese, fatores que controlam os níveis endógenos, modos de ação, efeitos fisiológicos e efeitos da utilização prática dos salicilatos sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal.

## HISTÓRICO DOS SALICILATOS

A principal função dos salicilatos está relacionada ao desenvolvimento vegetal associado à resistência das plantas a pragas e doenças (VELINI et al., 2009) sendo a biossíntese de ácido salicílico e a indução de genes de resistência benéfica e efetiva para o desenvolvimento das plantas.

O ácido salicílico (AS) se encontra distribuído nas plantas, tanto em folhas quanto em estruturas reprodutivas, sendo a origem do nome associada ao fato de ter sido encontrado pela primeira vez na casca de uma árvore do gênero *Salix* (KERBAUY, 2004).

Em 1874, na Alemanha, iniciou-se a comercialização do AS. Por ser amplamente

utilizado na medicina humana (alívio de dores, prevenindo trombozes cerebrais e acidentes vasculares), o AS é uma molécula bastante conhecida. O estudo do AS teve início a partir de observações de um análogo (aspirina) que prolongava a vida pós-colheita de flores, possivelmente por interferir na biossíntese de etileno (SOBRINHO et al., 2005). Embora o conhecimento dos diversos efeitos fisiológicos e bioquímicos da aplicação de AS em plantas ser antigo, o seu desempenho como regulador endógeno só foi estabelecido em um estudo de termogênese em plantas em 1987 (RASKIN, 1992).

O envolvimento do AS na resistência sistêmica adquirida foi evidenciado em 1993, em plantas de fumo, quando transferiu-se o gene nahG (isolado de *Pseudomonas putida*), o qual codifica a enzima, salicilato hidroxilase, que converte o AS em catecol, o qual não possui a capacidade de induzir respostas de defesa (CAVALCANTI et al., 2005).

Atualmente, inúmeros estudos com AS são desenvolvidos, uma vez que essa molécula apresenta grande importância para a expressão de resistência a estresses nas plantas, com destaque para estresses abióticos como luz, salinidade, frio e choque térmico, além de conferir resistência ao ataque de patógenos (ASGHARI; AGHDAM, 2010).

## **PRINCIPAIS HORMÔNIOS ENDÓGENOS QUE COMPÕE O GRUPO DOS SALICILATOS**

Os salicilatos são uma classe de compostos que possuem atividades similares às do AS (COSTA, 2010). Foram identificados em folhas e estruturas reprodutivas de vegetais, com um alto nível em inflorescências de plantas termogênicas e infestadas por patógenos necrófitos.

A maior parte da AS na planta é convertida em ASO- $\beta$ -glicosídeo (ASG) por meio de uma enzima chamada AS glucosil transferase (ASGT) induzida por patógenos (DEAN et al., 2005). Em *Arabidopsis*, o AS é provavelmente sintetizado em cloroplastos (STRAWN et al., 2007), enquanto no tabaco a enzima ASGT parece estar localizada no citosol. O ASG, no tabaco, é ativamente transportado do citosol para o vacúolo, onde pode funcionar como uma forma armazenada inativa que pode ser convertida em AS se necessário (DEAN et al., 2005). O salicilato de metila (SMe) é outro derivado do AS e ou sua forma glicosilada (SMeG) também pode se acumular em níveis relativamente altos in vivo (PARK et al., 2007). Já foi demonstrado que tanto o SMe quanto o ASG são biologicamente inativos, enquanto uma forma hidroxilada de AS, o ácido 2,5-dihidroxibenzóico (ácido gentísico), pode induzir a expressão de genes específicos em tomate pela presença do AS (CHEN et al., 2009).

Compostos orgânicos voláteis aromáticos como salicilato de metila (MeSA), um éster benzenóide, pode ser produzido a partir da metilação de AS sendo encontrado



em abundância na atmosfera, oriundo da própria vegetação, que por apresentar baixa reatividade persiste por vários dias na atmosfera, podendo atuar como elicitador de voláteis de planta (MAFFEI et al., 2011). MeSA é uma molécula sinalizadora importante, em relação ao mecanismo de defesa em plantas, capaz de induzir resistência às doenças locais ou sistêmicas (HAYAT et al., 2012).

O composto salicilado metil salicilato (MeSA) em plantas, participa do desenvolvimento de resistência sistêmica adquirida contra patógenos e pode ativar sistemas antioxidantes.

## SÍNTESE E DISTRIBUIÇÃO DE SALICILATOS NAS PLANTAS

O AS e a resposta sistêmica adquirida estão relacionadas a rotas de ativação de mecanismos de defesa das plantas (VAN LOON; VAN STRIEN, 1999; DURRANT; DONG, 2004). Juntamente com as respostas sistêmicas adquiridas há produção de antioxidantes capazes de minimizar os efeitos causados por estresse oxidativo.

Grande parte dos compostos relacionados a defesa das plantas, são derivados da via do ácido chiquímico, uma vez que essa via é o mecanismo mais importante para a formação de ácidos benzoicos nas plantas através da degradação de ácidos cinâmicos (KNOGGE, 1997). O ácido corísmico é formado pela via do ácido chiquímico, dando origem a síntese do triptofano, fenilalanina, tirosina e outros compostos, incluindo o ácido salicílico (VELINI et al., 2009; MARTÍN, 2009).

A síntese do AS pode ocorrer por duas vias enzimáticas (Figura 2): pela via dos fenilpropanóides, iniciando apartir da L-fenilalanina por intermédio da enzima fenilalanina- amonialase, a qual é convertida em ácido trans-cinâmico que formará ácido benzoico que será convertido em ácido salicílico pela enzima ácido benzoico-2-hidroxilase; ou pela via isocorismato, onde o corismato é convertido em isocorismato por meio da enzima isocorismato sintase transformando-se em ácido salicílico por intermédio da enzima isocorismato piruvato liase. O ácido salicílico pode ser convertido em AS O- $\beta$ -glucosídeo (SAG), saliciloil éster glucosa (SEG), metil salicilato (MeSA) e metil salicilato O- $\beta$ -glucosídeo (MeSAG) (KERBAUY, 2004). A diferença das duas vias se deve basicamente por sua localização, sendo que a primeira via envolve cloroplastos e peroxissomos, enquanto a segunda envolve essencialmente os cloroplastos (MARTIN, 2009).

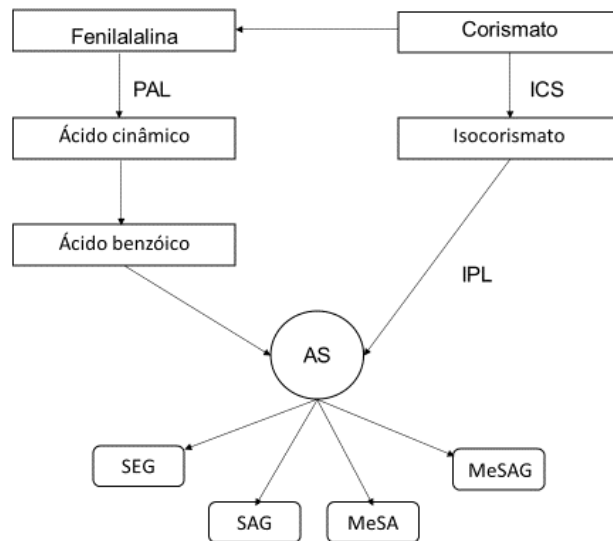


Figura 2: Via esquemática da biossíntese do AS em plantas.

Dois metabolismos estão relacionados na conversão do ácido cinâmico para AS, diferindo quanto à reação de oxidação ou reações de orto-hidroxilação. Ambas as vias metabólicas podem atuar nas plantas, onde as plantas quando infectadas, aumentam a orto-hidroxilação do ácido cinâmico para ácido o-coumarico, seguida por oxidação para ácido salicílico. A via metabólica do ácido cinâmico para ácido benzoico para AS é mais efetiva em plantas não infectadas (HEITEFUSS, 1997).

De acordo com Park et al. (2007), o metil salicilato (MeSA) é a forma móvel do ácido salicílico, resultado da ação da enzima AS metil transferase que converte o AS em metil salicilato (MeSA). O metil jasmonato pode sinalizar plantas próximas por ser volátil (SHULAEV et al., 1997), conseguindo transpassar tecidos, sendo convertido a AS nas células atingidas, por ação da proteína 2 ligante de AS (SABP2) (PARK et al., 2007).

Pela capacidade de se movimentar e estimular a proteção sistêmica das plantas, o ácido salicílico é um dos principais compostos relacionados a defesa dos vegetais. O AS é altamente móvel nas plantas, atuando na proteção de partes não abrangidas por aplicações foliares ou fornecimento via irrigação. Funciona como um ativador de resistência, sendo um mensageiro interno natural das plantas. Quando aplicado de forma exógena, sua vida dentro da planta é muito curta para ser imobilizada nas paredes das células (USAID-RED, 2006).

## FATORES QUE CONTROLAM O NÍVEL ENDÓGENO DE SALICILATOS NAS PLANTAS

Inúmeros fatores ambientais podem desencadear a síntese e promover aumento nos teores de salicilatos nos vegetais. Dentre os fatores, pode-se mencionar:

temperaturas elevadas, déficit hídrico, salinidade, excesso de luz e poluição atmosférica (VIKERS et al., 2009; HOLOPAINEM; GERHERZON, 2010).

Outro fator que influencia a síntese de AS e aumento da concentração de salicilatos nos tecidos vegetais, está relacionado a baixos níveis de ozônio, que induzem a formação de óxido nítrico, engatilhando a via do AS, sobressaindo-se ao estresse biótico e a via do etileno (VICKERS et al., 2009).

Estresses ambientais geralmente são responsáveis pela produção de radicais livres, tais como espécies reativas de oxigênio, peróxido de hidrogênio, oxigênio singleto, superóxido e espécies reativas de nitrogênio sendo que dependendo das concentrações de radicais livres nos tecidos das plantas, estes podem atuar como sinalizadores à resposta hormonal, desencadeando o processo de síntese de AS (HOLOPAINEM; GERHERZON, 2010).

Altos níveis de AS também são encontrados próximo às lesões ocasionadas por microrganismos em plantas acometidas por patógenos (COLLI, 2008). Metraux et al. (1990), em estudo avaliando plantas de abóbora e fumo inoculadas com *Colletotricum lagenarium* e com o vírus da necrose do fumo (TMV) verificaram altos níveis de AS no floema após a inoculação.

A manipulação genética de plantas é outro fator que pode influenciar nos teores de salicilatos. Em plantas transgênicas que expressam o gene bacteriano *nahG* que codifica salicilato hidroxilase, enzima relacionada na conversão do AS para catecol, foi verificado que além da diminuição dos teores de AS nos tecidos, essas plantas foram incapazes de expressar a indução de resistência, não havendo respostas à infecções, demonstrando a necessidade do acúmulo de AS para que ocorra a indução de resistência (GAFFNEY et al., 1993).

No entanto, outros trabalhos demonstraram incrementos nos níveis de salicilatos em plantas manipuladas geneticamente. Estudos demonstram que a fusão de genes destinados ao controle de *Pseudomonas aeruginosa*, resultam na codificação de isocorismato sintase e isocorismato piruvato-liase, enzimas que podem aumentar em até 20 vezes os teores de AS, quando comparado com tipos selvagens (MAUCH et al., 2001).

Outra forma de aumentar o teor de AS é com sua aplicação exógena, agindo como indutor de tolerância a estresses, auxiliando na atividade de enzimas de desintoxicação celular, como peroxidases e superóxido-dismutases que são fundamentais para a degradação de radicais livres (CARVALHO et al., 2007).

Contudo o efeito da aplicação exógena de AS muitas vezes pode ter um resultado contraditório, geralmente a deficiência ou o alto nível de AS aumenta a susceptibilidade das plantas ao estresse, entretanto aplicações exógenas entre 0,1 e 0,5 mM são concentrações ótimas que geralmente melhoram a tolerância. Porém, devem ser estudados os tipos de plantas e o estágio de desenvolvimento do cultivo (YUAN; LIN, 2008).

Esse efeito duplo, de deficiência ou alto nível de AS, provoca estresse oxidativo

transitório em plantas e aumenta a capacidade antioxidante destas (BORSANI et al., 2001).

## MODO DE AÇÃO DOS SALICILATOS

Os salicilatos são um grupo de substâncias endógenas de sinalização comum no reino vegetal, distribuído em folhas e estruturas de reprodução das plantas (MÉTRAUX, 2002). Esse grupo de hormônios pode atuar em diferentes etapas do desenvolvimento vegetal como a germinação das sementes e crescimento, podendo influenciar a fotossíntese, além de estarem relacionados com os mecanismos de defesa das plantas (KERBAUY, 2004).

Para todos os hormônios vegetais o modo de ação envolve três etapas principais, percepção do sinal, transdução do sinal percebido e os alvos primários da ação do hormônio. A percepção ocorre por meio da ligação do hormônio com um receptor específico, proteínas localizadas na membrana celular ou no citoplasma, que se ligam com mensageiros químicos de forma específica e reversível. O receptor sofre mudança conformacional passando para um estado ativo, desencadeando uma cascata de eventos químicos intracelular resultando em uma resposta específica. Sendo que alguns mensageiros secundários também podem estar envolvidos na transdução do sinal e ampliação ao lado de proteínas receptoras que atuam tanto na detecção quanto na transdução do sinal. Ao final deste processo ocorre a interferência sobre mecanismos celulares (KERBAY, 2004).

Para que o AS exerça suas funções, isto é, ativo nas plantas, pode ser necessário à sua conversão em outros compostos, como o SA O- $\beta$ -glucosídeo (SAG), saliciloil éster glucosa SEG, metil salicilato (MeSA) e metil salicilato O- $\beta$ -glucosídeo (MeSAG). A síntese destes compostos ocorre por meio de duas vias enzimáticas diferentes, a via dos fenilpropanóides e a via do isocorismato, (KERBAUY, 2004; SOUZA, 2007; VLOT et al., 2009).

Em relação a atuação dos salicilatos na defesa das plantas, constata-se diferentes modos de ação, por exemplo a resposta a hipersensibilidade ocorre através da rápida produção de AS, levando a morte do tecido celular, essa resposta está associada a via dos fenilpropanóides. Outra forma de aumentar a resistência de plantas ao ataque de microrganismos depende da via do isocorismato, que atua no aumento da síntese de AS, conferindo aumento da resistência sistêmica adquirida contra o ataque de patógenos (SOUZA, 2007).

Dentre as funções atribuídas ao AS tanto na resistência a estresses como em relação ao crescimento e desenvolvimento, não pode ser ignorada sua atuação sobre as enzimas, de modo direto ou indireto, estimulando ou inibindo a atividade de muitas enzimas, por exemplo as antioxidantes, superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione redutase (GSH), polifenol oxidase (PPO), ascorbato peroxidase (APX)

(ASGHARI; AGHDAM, 2010).

Assim, uma das formas do AS atuar na defesa das plantas contra patógenos, consiste na capacidade de ligar-se a enzima catalase, inibindo a sua ação, resultando no aumento da concentração de peróxido de hidrogênio e espécies reativas de oxigênio. Esses compostos, como peróxido de hidrogênio e seus derivados podem atuar induzindo os mecanismos de defesa das plantas (SOARES; MACHADO, 2007).

O AS também interfere na atividade da fenilalanina amônia-liase (FAL) que está envolvida no processo de lignificação da parede celular e também na atividade da quitinase e  $\beta$ -1,3- glucanase, que promovem a desorganização da parede celular dos patógenos (SOBRINHO et al., 2005), o AS também pode atuar no aumentando da atividade das enzimas, como por exemplo, as antioxidantes peroxidase, superóxido dismutase e catalase (LIU et al., 2009).

Aumento da resistência das plantas aos estresses, também pode estar associada a indução da expressão de genes de proteínas-RP pelo AS (ASGHARI; AGDAM, 2010). Ainda sobre a ativação de proteínas, observa-se que o AS pode agir de modo isolado, associado ou controlando os efeitos de outros hormônios. Assim, em alguns casos os hormônios metil jasmonato e etileno induzem a ativação genética de diversas proteínas, que por sua vez são inibidas pelo AS (SOARES; MACHADO, 2007).

O AS também pode reduzir a produção de etileno, isso ocorre pois, esse é capaz de bloquear a passagem ou evitar o acúmulo de síntese do ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) precursor do etileno (KERBAUY, 2004), por reduzir a atividade da ACC oxidase, enzima precursora da síntese de etileno (ALTVORST; BOVY, 1995).

Em relação ao crescimento e desenvolvimento das plantas, constatou-se que o AS possui ação positiva, quando são utilizadas doses baixas de AS (KHODARY, 2004; HAYAT et al., 2005). Esses resultados podem ser explicados pela atuação do AS na regulação do ciclo celular, além de induzir genes que codificam enzimas relacionadas no afrouxamento da parede celular e expansão (ROSE et al., 2002). Assim, sabe-se que alguns genes relacionados com o desenvolvimento e crescimento de células dependem do AS (MIURA et al., 2010).

Portanto, em função da multiplicidade de ações sobre diferentes enzimas, atuação sobre expressão de genes e relações com outros hormônios, existe uma grande variedade de efeitos sobre o desenvolvimento das plantas em função do modo de ação dos salicilatos.

## **EFEITOS FISIOLÓGICOS DOS SALICILATOS**

Os salicilatos atuam em muitos processos relacionados ao crescimento e desenvolvimento vegetal (ASGHARI; AGHDAM, 2010). Além disso, podem estar relacionados com a manutenção da qualidade dos frutos e controle de doenças (LEE et al., 1995).

Em relação a atuação fisiológicas dos salicilatos, observa-se que o principal papel fisiológico atribuído ao AS nas plantas está associado à sua função como molécula destinada a sinalização (CAMPOS, 2004), induzindo a expressão de resistência contra estresses. As plantas submetidas a condições de estresse apresentam acúmulo de AS, como aqueles causados pelo ataque de patógenos, com maior produção de proteínas destinadas à defesa (MARTINEZ et al., 2000).

A atuação dos salicilatos na defesa das plantas contra patógenos, por exemplo, está relacionada a modificação da atividade de enzimas antioxidantes, resultando na alteração da produção de radicais livres induzindo resposta de defesa das plantas (DONG et al., 2010). O conteúdo de compostos fenólicos também é alterado (DURANGO et al. 2013), além do maior acúmulo de proteínas-RP (TAMAOKI et al., 2013) contribuindo para o aumento da resistência ao ataque de patógenos (ASGHARI; AGDAM, 2010).

A ação dos salicilatos na defesa das plantas ao ataque de patógenos, como fungos, bactérias e vírus, fica evidente ao observar que nas regiões próximas a lesões ocorre o aumento na concentração de salicilatos. A ideia é reforçada pelo fato do AS e o ácido acetilsalicílico induzirem a produção de 5 grupos de proteínas relacionadas à patogenicidade, mesmo na ausência de patógenos, como a chiquinase e a 13-1,3 glucanase (ZENG et al., 2018).

Nas plantas o AS demonstra ação na resistência a diferentes doenças no campo e pós-colheita (TERRY; JOYCE, 2004), alguns exemplos são relativos ao aumento da resistência em pêra contra o patógeno *Penicillium expansum* (CAO et al., 2006), em manga para o patógeno *C. gloeosporioides* (ZENG et al., 2006) e em caqui a diferentes doenças (KHADEMI et al., 2012). No período pós-colheita, além do AS aumentar a resistência a doenças também colabora com a manutenção da qualidade de algumas frutas, hortaliças e flores que são classificadas como muito perecíveis, por exemplo as amoras pretas, espinafre e rosas (BORSATTI, 2014), isso ocorre pela redução do etileno endógeno (ALTVORST; BOVY, 1995).

A redução da produção de etileno está associada a capacidade do AS bloquear a passagem ou evitar o acúmulo de síntese do ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC) (KERBAUY, 2004). O AS também pode atuar negativamente sobre as enzimas poligalacturonase, pectinametilesterase, celulose e enzimas antioxidantes, resultam na redução da produção e ação do etileno, permitindo a diminuição da respiração dos frutos (ASGHARI; AGHDAM, 2010).

Em plantas de morango, a capacidade do AS em reduzir a produção de etileno já foi comprovada (BARBALAR et al., 2007) e em estudo com bananas realizado por Srivastava e Dwivedi (2000), com aplicação de AS, demonstrou a diminuição da atividade respiratória, bem como o atraso do pico climatérico, dependendo da concentração utilizada. Como o AS também reduz a atividade de enzimas capazes de degradar a parede celular, diminui o processo de amolecimento de frutos. Esse conjunto de ações permite a manutenção da qualidade de frutos por um período maior



em pós-colheita.

Os salicilatos também contribuem na superação de estresses abióticos, Jing-Hua et al. (2008) trabalhando com aplicação de AS em melancia, verificaram que houve indução de resistência a danos causados pelo frio. Essa resposta pode estar associada ao aumento da atividade das enzimas antioxidantes, pois segundo LIU et al. (2009), após a pulverização foliar de AS, ocorre aumento da atividade das enzimas peroxidase, superóxido dismutase e catalase em plântulas de pepino, bem como maior resistência a baixas temperaturas e luminosidade. Mas os salicilatos não apresentam apenas funções nas defesas das plantas a estresses, estando também envolvidos em diversas etapas do crescimento e desenvolvimento vegetal.

Assim, os salicilatos podem induzir a floração de plantas termogênicas, caracterizadas por produzir calor na região próxima a inflorescência. Essa produção de calor está associada a presença de AS, sendo resultado do incremento da respiração, além da maior atividade de enzimas da glicólise e do ciclo de Krebs (KERBAUY, 2004).

Na germinação de sementes, a influência do AS tem sido questionável, pois existem relatos inconsistentes sugerindo tanto a inibição da germinação ou aumento do vigor e germinação. Os efeitos contraditórios podem estar relacionados as concentrações utilizadas nos estudos (YUSUF et al., 2013). Para o crescimento e desenvolvimento, os estudos demonstram que as aplicações exógenas de AS em menores doses proporcionam maior desenvolvimento e crescimento vegetal (KHODARY, 2004; HAYAT et al., 2005). Com aumentos de produtividade (HUSSEI et al., 2007), associado a incrementos no teor de pigmentos fotossintéticos, taxa fotossintética e no conteúdo de carboidratos (KHODARY, 2004).

O AS foi estabelecido como importante regulador da fotossíntese, pois influencia aspectos metabólicos, dependendo das concentrações, modo de aplicação e tipo de planta (YUSUF et al., 2013). Nesse sentido, observa-se que o AS afeta a atividade de enzimas importantes, como a ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase (HAYAT et al., 2012; YUSUF et al., 2012). Além de afetar positivamente a estrutura das folhas e cloroplastos (UZUNOVA; POPOVA, 2000), fechamento estomático (KHAN et al., 2003; MATEO et al., 2004; MELOTTO et al., 2006), teor de clorofila e carotenóides (CHANDRA; BHATT, 1998; FARIDUDDIN et al., 2003). Assim, estudos com aplicações foliares de salicilatos têm apresentado incrementos na taxa fotossintética líquida, associado a maior eficiência no uso da água (FARIDUDDIN et al., 2003).

No entanto, existem contradições em relação a atividade dos salicilatos na fotossíntese, tratamentos com altas concentrações de AS demonstram resultados com redução das taxas fotossintéticas, relacionadas a queda da atividade da ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase (PANCHEVA et al. 1996) e redução do teor de clorofila (MOHAREKAR et al., 2003).

Os efeitos positivos do AS em doses baixas, no crescimento e desenvolvimento, também podem estar associados ao aumento da atividade das enzimas envolvidas na assimilação de nitrogênio (RANE et al., 1995). Por exemplo, aumento da atividade da

nitrito redutase, tanto nas folhas como nas raízes de plantas de trigo, tratadas com baixas concentração de AS (HAYATA et al., 2005). O estímulo a atividade da enzima nitrito redutase pelo AS pode ser a explicação para o incremento do teor de proteínas em plantas de soja (KUMAR et al., 1999). Sendo que a maior produção de compostos nitrogenados pode estar associado ao maior desenvolvimento e crescimento em resposta ao tratamento com AS.

Assim, observa-se que os trabalhos com doses baixas de AS tem demonstrado aumento nas taxas de germinação (VLOT et al., 2009) no crescimento e desenvolvimento (HAYAT et al., 2005; KALAIVANI et al., 2016), associado ao aumento da atividade de enzimas do ciclo do nitrogênio (FARIDUDDIN et al., 2003) e a incrementos nas taxas fotossintéticas (YUSUF et al., 2012).

## EXEMPLOS DE UTILIZAÇÕES PRÁTICAS NA AGRICULTURA DOS SALICILATOS

O AS é um composto fenólico natural que desempenha papel importante na regulação de processos fisiológicos e bioquímicos de plantas (SANTENER, 2009). Na agricultura, o uso de AS está muito associado ao controle de doenças, além de reduzir a perda de qualidade em pós-colheita de produtos (ASGHARI; AGHDAM, 2010). Uma vez que o AS apresenta capacidade de induzir resistência, contribuindo para resultados interessantes no armazenamento de frutos e flores (FINGER, 2004; YAO; TIAN, 2005).

Na atividade agrícola um dos grandes desafios é aumentar o tempo de armazenamento e qualidade de frutos, sendo o uso do AS uma opção para esse fim (TRIPATHI; DUBEY, 2004; ASGHARI; AGHDAM, 2010; TAIZ; ZEIGER, 2017).

O AS é bastante utilizado na manutenção da qualidade de flores em pós-colheita, flores de rosas tratadas com AS proporciona maior qualidade das flores em pós-colheita (SHAKIB et al., 2012). Na manutenção da qualidade de frutos, observa-se que diversos trabalhos relatam aumento da vida de prateleira de frutos tratados com AS (ZHANG, 2003; ROSSAROLLA, 2012). Nesse sentido, o trabalho realizado por Valero et al. (2011) demonstrou que a aplicação em pós-colheita de AS em cereja, atrasa o processo de maturação, o qual é caracterizado pela redução da firmeza, cor e acidez. Outro ponto sobre a utilização de AS para armazenamento de frutos, está na capacidade de induzir a biossíntese de proteínas de choque térmico (HSPs), conferindo proteção contra estresse térmico, permitindo o armazenamento de frutos em baixas temperaturas sem a ocorrência de danos (ASGHARI; AGHDAM, 2010).

O uso de AS está associado ao controle de doenças de plantas, como foi evidenciado em trabalho realizado por Gadaga et al. (2017), onde o a aplicação de 0,25 gramas de AS por litro, resultou em redução de 80% da incidência de antracnose. Já para o tratamento de sementes de pepino (*Cucumis sativus* L.) houve redução da incidência de tombamento de plântulas (BERTONCELLI et al., 2015).

Mas a utilização de AS também está envolvido no crescimento e desenvolvimento

das plantas, como foi evidenciado no trabalho realizado por Hussein et al. (2007), onde foi pulverizado AS nas folhas de plantas de trigo e o tratamento resultou em aumento de produtividade, associado ao aumento de todas as características de crescimento, incluindo a altura da planta, número e área de folhas verdes, diâmetro do caule peso do caule e folhas. Em plantas de milho, a aplicação de AS resulta em maior crescimento das plantas e aumento do conteúdo de carboidratos nos grãos (KHODARY, 2004).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas plantas os salicilatos apresentam importância para o crescimento, desenvolvimento, produção, mas principalmente na mitigação de estresses causados por fatores bióticos e abiótico por meio da indução de resistência. Desta forma, a utilização de salicilatos na agricultura, além de promover maior resistência ao ataque de patógenos e manutenção da qualidade de frutos e flores em pós-colheita, também pode contribuir para o maior crescimento e desenvolvimento das plantas. No entanto, existe a necessidade de mais estudos para compreender melhor os efeitos da aplicação exógena dos salicilatos para o desenvolvimento de produtos comerciais destinados auxiliar na produção agrícola.

## REFERÊNCIAS

ALTVORST, A. C.; BOVY, A. G.; The role of ethylene in the senescence of carnation flowers: a review. **Plant Growth Regulation**, v.16, p.45-53,1995.

ASGHARI, M.; AGHDAM, M. S. Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. **Trends in Food Science & Technology**. v.21, p.502 – 509, 2010.

BABALAR, M. et al. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. **Food Chemistry**, v.105, p.449 – 453, 2007.

BERTONCELLI, D. J. et al. Ácido salicílico na indução de resistência a doenças em pepino e controle de *Pythium* sp. in vitro. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.14, n.2, 2015.

BORZANI, W.; AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; SCHMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial: Fundamentos**, v. p.254, 2001.

CAMPOS, A. D.; **Considerações sobre indução de resistência a patógenos em plantas**. Documentos / Embrapa. 28 p., Documentos, 264; Embrapa Clima Temperado, Pelotas 2009.

CAMPOS, A. D. et al. Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. **Pesq. agropec. Bras**, v.39, p.637-643, 2004.

CAO, J. ZENG, K.; JIANG, W. Enhancement of postharvest disease resistance in Ya Li pear (*Pyrus bretschneideri*) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth. **European Journal of Plant Pathology**, v.114, n.4, p.363 – 370, 2006.

CAVALCANTI, L.S.; BRUNELLI, K.R.; STANGARLIN, J.R. Aspectos bioquímicos e moleculares da resistência induzida. In: **Indução de Resistência em plantas a patógenos e insetos**. Editores:

CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R S. Piracicaba, SP, FEALQ, p.81 – 124, 2005.

CHANDRA, A. BHATT, R.K. Biochemical and physiological response to salicylic acid in relation to the systemic acquired resistance. **Photosynthetica**, v.35, p.255–258, 1998.

CHEN, Z. ZHENG, Z. HUANG, J. LAI, Z. Y. B. **Biosynthesis of salicylic acid in plants. Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n.5, p. 910-916, 2009.

COSTA, N. de L. **Bioestimulante como fator de produtividade da cana-de-açúcar**. 2010.

DEAN, JV.; Mohammed, L.A.; Fitzpatrick, T., 2005. The formation, vacuolar localization, and tonoplast transport of salicylic acid glucose conjugate in tobacco cell suspension cultures. **Planta** 221: 287-296.

DONG J. WAN G, LIANG, Z. Accumulation of salicylic acid-induced phenolic compounds and raised activities of secondary metabolic and antioxidative enzymes in *Salvia miltiorrhiza* cell culture. **Journal of Biotechnology**, v.148, p. 99–104, 2010.

DURANGO D. et al. Effect of Salicylic Acid and Structurally Related Compounds in the Accumulation of Phytoalexins in Cotyledons of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) **Cultivars. Molecules**, v.8, p. 10609–10628, 2013.

FARIDUDDIN, Q.; HAYAT, S.; AHMAD, A. (2003). Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea*. **Photosynthetica**, v.41, p.281–284, 2003.

FINGER, F.L.; CARNEIRO, T. F.; BARBOSA, J. G.; Senescência pós-colheita de inflorescências de esporinha (*Consolida ajacis*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, 2004.

GAFFNEY, T. et al. Requirement of salicylic acid for the induction of systemic acquired resistance. **Science**. v. 261, p. 754-756, 1993.

HAYAT, Q. et al. Salicylic acid mediated changes in growth, photosynthesis, nitrogen metabolism and antioxidant defense system in *Cicer arietinum* L. **Plant Soil Environment**, v.58, p.417–423, 2012.

HAYAT, S. et al. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. **Acta Agronomica Hungarica**, v.53, p.433–437, 2005.

HEITEFUSS, R.; HOPPE, H. Resistance of crop plants against fungi. **Plant Pathology**, p.17-32, 1997.

HOLOPAINEN, J.K & GERHENZON, J. Multiple stress factors and the emission of plant VOCs. **Trends in Plant Science**. v.15, p.1360- 1385, 2010.

HUSSEIN, M.M.; BALBAA, L. K.; GABALLAH, M.S. Salicylic Acid and Salinity Effects on 482 Growth of Maize Plants. **Research Journal Agricultural Biology Science**, v.3, p.321–328, 2007.

JING-HUA, Y.; YUAN, G.; YAN-MAN, L.; XIAO-HUA, Q.; ZHANG, M.F. Salicylic acid induced enhancement of cold tolerance through activation of antioxidative capacity in watermelon. **Scientia Horticulture**. v.118, p.200 – 205, 2008.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 452.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Editora: Guanabara Koogan S.A. 2004. 452pg

KHADEMI, O. et al. Extending Storability of Persimmon Fruit cv. Karaj by Postharvest Application of Salicylic Acid. **Journal of Agricultural Science and Technology**. v.14, p.1067 – 1074, 2012.

- KHAN, W.; PRITHVIRAJ, B.; SMITH, D.L. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, v.160, p.485–492, 2003.
- KHODARY, S.F.A. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate 493 metabolism in salt stressed maize plants. **International Journal of Agriculture Biology**, v.6, p.5–8, 2004.
- KNOGGE, W. Elicitors and suppressors of the resistance response. In: HARTLEB, H.; HEITEFUSS, R.; HOPPE, H. **Resistance of crop plants against fungi**. Fischer, p.159-182, 1997.
- KUMAR, P.; DUBE, S. D.; CHAUHAN, V.S. Effect of salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Industrial Journal Plant Physiology*, v.4, p.327–330. 1999.
- LEE, H.; LEON, J.; RASKIN, I. Biosynthesis and metabolism of salicylic acid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. v. 92, p. 4076 – 4079, May 1995.
- LIU, W. et al. Effects of salicylic acid on the leaf photosynthesis and antioxidant enzyme activities of cucumber seedlings under low temperature and light intensity. *Chinese Journal of Applied Ecology*. v. 20, p. 441-445, 2009.
- MAFFEI, M.E.; GERTSCH, J.; GIOVANNI, A. Plant volatiles: Production, function and pharmacology. **Natutal. Products Reports**, v.28, p.1359–1380, 2008.
- MARTÍN, F. J. P. **Respuestas inducidas por ácido abscísico y ácido salicílico en las simbiosis de judía y alfalfa en estrés salino**. 2009. 395 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Faculdade de Ciências, Universidade de Granada, Granada, 2009.
- MARTINEZ, C. et al. Salicylic acid mediated by the oxidative burst is a key molecule in local and systemic responses of cotton challenged by an avirulent race of *Xanthomonas campestris* pv *malvacearum*. **Plant Physiology, Bethesda**, v.122, p.757-766, 2000.
- MATEO, A. et al. Lesion Simulating Disease 1 is required for acclimation to conditions that promote excess excitation energy. **Plant Physiology**, v.136, p.2818–2830, 2004.
- MAUCH, F. et al. Manipulation of salicylate content in *Arabidopsis thaliana* by the expression of an engineered bacterial salicylate synthase. **Plant-Journal**. v.1, p. 67-77, 2001.
- MELOTTO, M. et al. Plant stomata function in innate immunity against bacterial invasion. *Cell*, 126, 969–980, 2006.
- MÉTRAUX, J.P. Recent breakthroughs in the study of salicylic acid biosynthesis. **Trends in Plant Science**. v.7, n.8, p.332 – 334, 2002.
- MÉTRAUX, J. P. et al. Increase in salicylic acid at the onset of systemic acquired resistance in cucumber. **Science**. v. 250, p.1004-1006, 1990.
- MIURA, K. et al. SIZ1 controls cell growth and plant development in *Arabidopsis* through salicylic acid. **Plant and Cell Physiology**, v.51, p.103–11, 2010.
- MOHAREKAR, S. T. et al. Effects of salicylic acid on chlorophyll and carotenoid contents on wheat and moong seedlings. **Photosynthetica**, v.41, p.315–317,2003.
- PANCHEVA, T. V.; POPOVA, L. P.; UZUNOVA, A. M. Effect of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. **Journal of Plant Physiology**, v.149, p.57–63, 1996.



- PARK, S. W. et al. Methyl salicylate is a critical mobile signal for plant systemic acquired resistance. **Science**. v.318, p. 113-116, 2007.
- RANE, J.; LAKKINENI, K. C.; KUMAR, P. A.; ABROL, Y. P. Salicylic acid protects nitrate reductase activity of wheat leaves. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.22, p.119–12, 1995.
- RASKIN, I. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. v. 43, p. 439 – 463, 1992.
- ROSE, J. K. C. et al. The XTH family of enzymes involved in xyloglucan endotransglucosylation and endohydrolysis: Current perspectives and a new unifying nomenclature. **Plant and Cell Physiology**, v.43, p.1421–1435, 2002.
- ROSSAROLLA, M. D. et al. Estudo da aplicação de ácido salicílico na pré-colheita em laranja 'Salustiana'. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, p. 1737-1740. Bento Gonçalves, 2012.
- TAMAOKI, D.; SEO S.; YAMADA S. et al. Jasmonic acid and salicylic acid activate a common defense system in rice. **Plant Signaling & Behavior**, v.8, 2013.
- LIU, W. et al. Effects of salicylic acid on the leaf photosynthesis and antioxidant enzyme activities of cucumber seedlings under low temperature and light intensity. *Chinese Journal of Applied Ecology*. v. 20, p. 441-445, 2009.
- SHAKIB, M. F.; NADERIB, R.; BOOJARC, M.M.A. Effect of Salicylic acid application on morphological, physiological and biochemical characteristics of *Cyclamen persicum* Miller. **Annals of Biological Research**, v.3, p. 5631-5639, 2012.
- SHEVCHENKO, A. et al. Mass spectrometric sequencing of proteins silver-stained polyacrylamide gels. **Anytical Chemistry**, v.68, p.850-858, 1996.
- SHULAEV, V. et al. Airborne signalling by methyl salicylate in plant pathogen resistance. **Nature, London**. v.318, p.718-721, 1997.
- SOBRINHO, C.A.; FERREIRA, P.T.O.; CAVALCANTI, L.S. Indutores Abióticos. In: **Indução de Resistência em plantas a patógenos e insetos**. Editores: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S.F.; RESENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. Piracicaba, SP, FEALQ, 2005. p. 51 – 80.
- SOUZA, A.P.M. **Estudo do efeito de respostas de hipersensibilidade sobre a parede celular em cultura de células de amora-preta (*Rubus fruticosus*)**. 2007. 145p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP, Ribeirão Preto.
- SRIVASTAVA, M. K.; DWIVEDI, U. N. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*. v. 158, p. 87 – 96, 2000.
- STRAWN, M. A. et al. Arabidopsis isochorismate synthase functional in pathogen-induced salicylate biosynthesis exhibits properties consistent with a role in diverse stress responses. **Journal of Biological Chemistry**, v.282, 5919–5933, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 719 p.
- TERRY, L.A.; JOYCE, D.C. Elicitors of induced disease resistance in postharvest horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technology**, v.32, p.1 – 13, 2004.

USAID-RED. Programa de Diversificación Económica Rural. El Uso del Ácido Salicílico y Fosfonatos (Fosfitos) para Activar el Sistema de Resistencia de la Planta (SAR). Honduras: Oficina FHIA. 2006. (Boletín Técnico de Producción).

UZUNOVA, A. N.; POPOVA, L. P. Effect of salicylic acid on leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of barley plants. **Photosynthetica**, v.38, p.243–250, 2000.

VELINI, E. D. et al. **Glyphosate**. 1 ed. Botucatu: FEPAF, 2009. 496 p.

VAN LOON, L.C.; VAN STRIEN, E.A. The families of pathogenesis-related proteins, their activities, and comparative analysis of PR-1 type proteins. **Physiological and Molecular Plant Pathology**. V.55, p. 85-97, 1999.

VICKERS, C. E. et al. A unified mechanism of action for volatile isoprenoids in plant abiotic stress. **Nature Chemical Biology**. v.5, p.283-291, 2009.

VLOT, A.C.; DEMPSEY, D.M.A.; KLESSIG, D. F. Salicylic Acid, a Multifaceted Hormone to Combat Disease. **Annual Review of Phytopathology**. v.47, p.177 – 206, 2009.

YAO, H.; TIAN, S.; Effects of pre and postharvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit in storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.35, p.253-262, 2005.

YUSUF, M. et al. Salicylic acid minimizes nickel and/or salinity-induced toxicity in Indian mustard (*Brassica juncea*) through an improved antioxidant system. **Environmental Science and Pollution Research**, v.19, p.8–18, 2012.

YUSUF, M. et al. Salicylic Acid. **Springer**, v.34, p.15–30, 2013.

ZHANG, Y. et al. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.28, p.64-74, 2003.

## ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DO AMBIENTE AQUÁTICO NOS RIOS BANDEIRA, ARROIO CAMPO BONITO E SANTA MARIA (CAMPO BONITO - PR) POR MEIO DE PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM 2017 E 2018

**Chrystian Aparecido Grillo Haerter**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Centro de Ciências Biológicas e Saúde  
Cascavel – Paraná

**Irene Carniatto**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Centro de Ciências Biológicas e Saúde  
Cascavel – Paraná

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo realizar uma análise comparativa da qualidade da água dos Rios Bandeira, Arroio Campo Bonito e Santa Maria na cidade de Campo Bonito-PR nos anos de 2017 e 2018 tendo como ferramenta protocolos de avaliação rápida. Para isso, coletou-se dados em 14 pontos distribuídos pelos rios citados, sendo as localizações levantada por meio do Software ArcGIS PRO e Google Earth e imagens do satélite Landsat 8. Para a análise dos dados, optou-se por calcular as estatísticas descritivas e realizar a comparação de médias com o teste Wilcoxon-Mann-Whitney (95% de confiança). Como resultado, 64% dos pontos foram classificados como “alterados”, 28% como “bons” e 7% como “impactados”. Ao comparar estatisticamente os dados de 2017 e 2018 observou-se que não houve diferença significativa entre as coletas. Dessa forma, a qualidade dos recursos hídricos se manteve estável durante os dois anos

analisados, tendo condição mediana em razão principalmente da falta de proteção, carência de mata ciliar adequada e proximidade de atividades humanas. Todavia, é necessário considerar que a amenização de tais problemas não é imediata, em sua grande maioria as ações de recuperação ambiental requerem tempo para serem efetivamente notadas. Sugere-se então a continuidade do monitoramento da área e também maiores investimentos em divulgação, proteção e educação em quesitos relacionados a proteção dos recursos hídricos locais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ciências Ambientais, Bacias hidrográficas, Impacto ambiental.

### COMPARATIVE ANALYSIS OF THE QUALITY OF THE WATER ENVIRONMENT IN BANDEIRA, ARROIO CAMPO BONITO AND SANTA MARIA RIVERS (CAMPO BONITO – PR) THROUGH QUICK ASSESSMENT PROTOCOLS IN 2017 AND 2018

**ABSTRACT:** The objective of this work was to conduct a comparative analysis of the water quality of the Bandeira, Arroio Campo Bonito and Santa Maria rivers in the city of Campo Bonito-PR in 2017 and 2018 using rapid assessment protocols as a tool. For this, data was collected in 14 points distributed by the mentioned rivers,

being the locations raised through the ArcGIS PRO Software and Google Earth and images of the satellite Landsat 8. For the analysis of the data, it was chosen to perform the descriptive statistics and compare the means with the Wilcoxon-Mann-Whitney test (95% confidence). As a result, 64% of the points were classified as “changed”, 28% as “good” and 7% as “impacted”. When the data of 2017 was compared to 2018 data, it was observed that there was no significant difference between both. Thus, the quality of water resources remained stable during the two years analyzed, having a medium condition mainly due to lack of protection, lack of adequate riparian forest and proximity of human activities. However, it is necessary to consider that the mitigation of such problems is not immediate, for the most part environmental recovery actions take time to be effectively noticed. It is suggested that the monitoring of the area be continued, as well as greater investments in divulgation, protection and education related to the protection of local water resources.

**KEYWORDS:** Environmental Sciences, Watersheds, Environmental Impacts.

## 1 | INTRODUÇÃO

As bacias hidrográficas podem ser consideradas um sistema de entrada para a água precipitada. São áreas do ambiente terrestre formadas por diversas variações do relevo em que as águas das chuvas escoam superficialmente em direção a regiões mais baixas, onde são drenadas por um riacho ou rio em particular ou infiltram no solo em direção a nascentes e lençóis freáticos (BARRELLA et. al, 2000; TUCCI, 2008; ODUM et. al, 2007).

Quando localizadas no espaço urbano, as nascentes, rios e córregos que compõe a bacia se tornam altamente vulneráveis ao descarte incorreto de resíduos e efluentes domésticos devido à proximidade com a população humana e suas atividades (GUEDEZ, 2011). Este tipo de prática leva a alteração de processos naturais intrínsecos ao ecossistema aquático, que em grande parte dos casos é prejudicial ao ambiente, uma vez que podem levar à processos de eutrofização ou eliminação de parte da biota (MARENGO, 2008).

Todavia, uma vez que, o uso da bacia e seu espaço por atividades humanas acarreta em alterações que são prejudiciais a estes ambientes, independentemente do local, é preciso identificar os pontos afetados. A partir disso é possível estabelecer medidas de preservação, proteção e recuperação de características inertes ao ecossistema aquático (GARCIA et. al, 2018). A identificação pode ser realizada por diversas ferramentas, porém, no caso de áreas urbanas, os indicadores devem estar fortemente associados à contaminação por resíduos urbanos. Dentre as diversas ferramentas disponíveis para avaliação da qualidade da água em áreas urbanas vale destacar os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR).

Os PARs surgiram na década de 1987 por meio da divulgação do relatório “*Surface Water Monitoring*” pela *Environmental Protection Agency* (EPA). São constituídos de

diversos parâmetros, como turbidez, níveis de remoção da vegetação ripária e de contaminação por efluentes domésticos. Para cada parâmetro que compõe o protocolo, o avaliador deve atribuir uma pontuação que refletirá diretamente no resultado da qualidade do ambiente (CALLISTO et al. 2002; GUIMARÃES, 2012). Este tipo de análise possui custo extremamente baixo e rápida verificação, o que permite o monitoramento de ambientes aquáticos urbanos por acadêmicos, educadores ambientais e também pela população, quando devidamente treinada (CALLISTO et al. 2002; GUIMARÃES, 2012).

Nesse contexto, o município de Campo Bonito- PR, com população total de 4.210 para o ano de 2010 e população estimada de 3.905 para o ano de 2018 (IBGE, 2018), apresenta em sua área urbana três principais cursos de água, sendo eles o Rio Bandeira, Arroio Campo Bonito e Rio Santa Maria. No entanto, atualmente apenas 30.7% da população conta com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2018). Em estudo anterior, Haerter e Carniatto (2017) relatam a qualidade mediana da qualidade dos rios na área urbana principalmente em decorrência da falta de proteção destes locais, proximidade das construções e falta de níveis adequados de mata ciliar ao longo dos cursos de água. Dessa forma cabe questionar se, em comparação ao ano anterior houve melhora na qualidade dos ambientes hídricos do município de Campo Bonito-PR em relação a dados de Protocolos de Avaliação Rápida (PAR)?

Sendo assim, este trabalho teve por objetivo realizar uma análise comparativa da qualidade da água dos Rios Bandeira, Arroio Campo Bonito e Santa Maria na cidade de Campo Bonito-PR nos anos de 2017 e 2018, tendo como ferramenta protocolos de avaliação rápida.

## 2 | METODOLOGIA

Para levantamento dos mapas, coordenadas e pontos de análise foram utilizados os *Softwares* ArcGIS PRO, Google Earth e imagens de alta resolução do satélite Landsat 8, que possui dois instrumentos de sensoriamento, o *Operacional Terra Imager* (OLI – Imageador Operacional Terra) e *Thermal InfraRed Sensor* (TIRS – Sensor Termal Infravermelho). Ao total, foram amostrados 14 pontos nos Rios Bandeira, Arroio Campo Bonito e Santa Maria (FIGURA 01). Optou-se por realizar a coleta dos dados em mesma localização ao trabalho realizado anteriormente por Haerter e Carniatto (2017) com intuito de comparar a qualidade da água durante o ano de 2017 (coleta única no mês de junho) e durante os meses de Maio, Junho e Julho de 2018.

A coleta dos dados teve como ferramenta de análise da qualidade do ambiente aquático protocolos de avaliação rápida adaptados de Callisto et al. (2002) e Guimarães (2012). A amostragem foi realizada em triplicata abrangendo um raio de aproximadamente 100 metros em relação a coordenada selecionada e com duração de aproximadamente 40 minutos por ponto. Todos os dados foram tabulados diretamente



no local em planilha do Excel.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do *software* R versão 3.5.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2018), Past 2.1 (HAMMER et al., 2001) e Excel. Realizou-se a comparação de médias com teste de Wilcoxon-Mann-Whitney com intuito de verificar se houve diferença significativa entre as pontuações obtidas em 2017 e 2018. Optou-se por comparar de forma isolada cada coleta ao invés de analisar o conjunto como um todo através de análise de variância. Todos os testes foram realizados com 95% de confiança ( $\alpha=0,05$ ).



Figura 01 - Pontos de análise ambiental por protocolo de avaliação rápida nos Rios Bandeira, Arroio Campo Bonito e Rio Santa Maria na área urbana da cidade de Campo Bonito - Paraná.  
Fonte: Google Earth 7.1.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados 14 pontos diferentes distribuídos pelos rios Bandeira, Arroio Campo Bonito e Santa Maria. Disto, obteve-se no mês de maio, 64% dos pontos com condições medianas, sendo classificados como “alterados”. Do mesmo modo, apenas 7% dos pontos apresentaram pontuações baixas, sendo classificados como impactados e 28% dos pontos apresentaram pontuações altas, sendo classificados como “bons”. Quando comparados os dados do Mês de maio, Junho e Julho/2017 ao trabalho anterior realizado por Haerter e Carniatto (2017) observa-se um aumento na qualidade dos pontos, principalmente em relação a migração de pontos antes considerados “alterados” e agora classificados como “bons” (Tabela 1).

Ponto	Localização	Pontuação			
		2017 Junho	2018 Maio	2018 Junho	2018 Julho
R1	25° 1'28.92"S 52°59'27.73"O	68	74	72	72
R2	25° 1'35.22"S 52°59'33.07"O	64	60	60	62
R3	25° 1'41.51"S 52°59'31.94"O	74	62	64	64
R4	25° 1'46.72"S 52°59'38.44"O	68	70	68	66
R5	25° 1'54.08"S 52°59'34.88"O	54	60	64	64
R6	25° 1'58.11"S 52°59'31.23"O	54	58	58	52
R7	25° 2'0.48"S 52°59'33.85"O	50	52	50	54
R8	25° 2'4.10"S 52°59'34.97"O	62	58	56	56
R9	25° 2'9.75"S 52°59'36.08"O	68	64	64	66
R10	25° 2'14.44"S 52°59'41.46"O	68	70	70	72
R11	25° 2'5.72"S 52°59'25.49"O	56	50	48	52
R12	25° 2'9.95"S 52°59'23.68"O	56	52	50	48
R13	25° 2'14.85"S 52°59'22.04"O	70	68	64	64
R14	25° 2'18.30"S 52°59'17.53"O	74	72	74	70
Média		63.2	62.1	61.5	61.5
1° Quartil		56	58	56.5	56
Mediana		66	61	64	64
3° Quartil		68	69.5	67	68

Tabela 1 – Qualidade da água nos Rios Bandeira, Arroio Campo Bonito e Santa Maria localizados no município de Campo Bonito-PR através de Protocolos de avaliação rápida (PAR).

Crítico (0-23 pontos), Impactado (24-51 pontos), Alterado (52- 69 pontos), Bom (70-85 pontos) e Excelente (86-100 pontos). Estatísticas descritivas realizadas com base em distribuição não normal dos dados. Fonte: Dados do Autor.

Apesar da diferença matemática entre as coletas realizadas em 2017 e 2018, ao analisar-se estatisticamente as distribuições considerando a comparação entre a coleta única realizada em 2017 e as coletas realizadas em Maio, Junho e Julho de 2018 nota-se que estatisticamente não houve diferença significativa entre os dados (Tabela 02). Dessa forma, assume-se que de Julho de 2017 a Julho de 2018, tendo um valor de  $\alpha=0.05$ , a qualidade dos pontos analisados nos rios Bandeira, Arroio Campo Bonito e Santa Maria continuam iguais, estatisticamente.

A qualidade relativamente baixa dos pontos analisados é consequência principalmente do intenso crescimento urbano e populacional das últimas décadas,

que cada vez mais tem aproximado as pessoas, atividades e construções das áreas de bacias (TUCCI, 2008). Em causa disto, grande parte do ecossistema e da qualidade destes ambientes é perdida. Neste caso a principal característica é a persistente falta de proteção e monitoramento da qualidade desses recursos, além da falta de mata ciliar em quantidade e qualidade adequada para manter saudável as relações ecológicas do ambiente aquático.

Comparação entre os anos de 2017 e 2018			
		Valores de P	
	Mai./18	Jun./18	Jul./18
Jun./17	0.7817	0.6106	0.4887

Tabela 02 – Comparativa entre os valores obtidos durante análise da qualidade da água nos rios Bandeira, Arroio Campo Bonito e Santa Maria localizados no município de Campo Bonito-PR durante o ano de 2017 e 2018.

Teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para amostras Independentes. Valor de significância  $\alpha=0,05$  ou 95% de confiança. Valores de P maiores que 0.05 indicam não haver diferença entre as médias. Fonte: Dados do autor

De outra maneira, a diferença dos dados em relação as coletas de 2017 e 2018 pode ser explicada pela volatilidade dos pontos ao decorrer dos meses, mas não necessariamente significa que a condição da bacia como um todo tenha melhorado, um ponto pode apresentar decréscimo em sua qualidade, mas por outro lado outro ponto sofrer o inverso, balanceando assim as mudanças. Isto se deve as diferenças de pressões exercidas por atividades humanas em cada momento do ano (TUCCI, 2008).

Além disso, devido ao fato de serem ambientes altamente vulneráveis (GUEDEZ, 2011) estão a todo momento sobre pressão do crescimento urbano e ocupação dos espaços da bacia, mas, como as atividades humanas mudam com o decorrer do tempo e o ambiente aquático não é estático (CAIN et al., 2011), suas condições também se alteram. Portanto, é preciso avaliar a bacia como um todo para se conhecer a real situação do local.

No entanto, apesar de não haver diferença estatística entre os anos de análise é preciso considerar que o processo de conscientização, recuperação e melhora na qualidade de ambientes naturais, sejam hídricos ou não, é extremamente complexo e requer tempo, investimento de recursos, tecnologia, mão de obra e conhecimento (ALMEIDA, 2016). Portanto, em um curto período de tempo (2 anos) dificilmente é possível notar grandes diferenças, sendo necessário um monitoramento constante dos pontos para identificar mudanças realmente significativas e para tornar as relações entre o município e seus recursos hídricos o mais sustentável possível.

## 4 | CONCLUSÕES

A qualidade dos recursos hídricos se manteve estável durante os dois anos

analisados, tendo condição mediana em razão principalmente da falta de proteção, carência de mata ciliar adequada e proximidade de atividades humanas. Todavia, a amenização de tais problemas não é imediata, em sua grande maioria, as ações de recuperação ambiental requerem tempo para serem efetivamente notadas. Atualmente, uma das principais ferramentas para a atenuação de tais problemas é a Educação Ambiental. Conscientizar as pessoas e a comunidade a cuidarem do ambiente ainda é uma das melhores saídas, porém também é uma das mais difíceis. No processo de urbanização atual, tanto o controle sobre o uso dos recursos hídricos quanto medidas de conscientização são desvalorizadas e perdem força frente a necessidade de expansão dos limites geográficos do município, a construção de moradias e execução de atividades cotidianas. Mas ainda assim, pode trazer bons resultados, pois, se a população se dispõe a auxiliar no cuidado ambiental, a proteção e recuperação de locais vulneráveis é significativamente mais efetiva. Dessa forma, sugere-se a continuidade do monitoramento da área de estudo, e principalmente, o investimento em medidas educacionais, de divulgação e proteção dos recursos hídricos do município.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, DS. Plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD). In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online]. 3 ed. **Rev. and enl. Ilhéus**, BA: Editus, 2016, pp. 140-158.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S. & MONTAG, L. F. DE. A. 2000. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. DE. F. eds. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP FAPESP. 320p.

BRASIL. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/cascavel/panorama>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

CAIN, M.L.; BOWMAN, W.D.; HACKER, S.D. **Ecologia**. São Paulo: Artmed, 2011.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.R.; MORENO, P.; GOULART, M. & PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 34, p. 91-97. 2002.

GARCIA, J.M.; MANTOVANI, P.; GOMES, R.C.; LONGO, R.M.; DAMENBORO, A.C.; BETTINE, S.C. Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Revista Sociedade e Natureza**, v.30, n.1. p. 228-254, 2018.

GUEDEZ, J.A. Poluição de rios em áreas urbanas. **Ateliê Geográfico**, v. 5, n. 2. p. 212-226, 2008.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012.

HAERTER, C.A.G.; CARNIATTO, I. Cidade sustentável e resiliente: levantamento diagnóstico das condições ambientais de um município do Oeste Paranaense. **Revista Brasileira de Educação Ambiental, São Paulo**, v. 12, n. 3 – Caderno I - Anais do IX FBEA, 2017.

HAMMER, D.A., HARPER, T. & RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleotological Statistics Software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica** n. 4. P. 1-9.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

ODUM, E.P.; BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Version 3.5.1. 2018.

TUCCI, C.E.M.. Águas urbanas. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.



## ANALISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AUTODEPURAÇÃO DE UM RIO NO SEMIÁRIDO DO RIO GRANDE DO NORTE

### **Beatriz Cristina Lopes**

Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Mossoró (RN), Brasil.

Email: (beatriizz.lopes@gmail.com)

### **Aryanne Cecilia Vieira de Souza**

Graduando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Mossoró (RN), Brasil.

### **Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques**

Graduando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Mossoró (RN), Brasil.

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar as características físicas, químicas e biológicas do Rio Apodi-Mossoró, verificando se existe um processo de autodepuração do rio, além de avaliar o índice de estado trófico (IET-Lamparelli). Foram sete pontos de amostragem: Reservatório de Santa Cruz próximo a margem (RSCM), este sendo analisado três pontos (superfície, meio e fundo) e próximo aos tanque-redes (RSCT), Poço Feio (PF), Barragem de Genésio (BG), Barragem Arte da Terra (BAT) e Barragem de Passagem de Pedra a montante (BPDM) e jusante (BPDJ). As coletas foram realizadas no dia 29 de novembro de 2014, durante o período de seca. As variáveis

limnológicas analisadas foram temperatura, oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido, pH, salinidade, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e transparência. As concentrações de fósforo total (PT) foram determinadas de acordo com Murphy e Riley (1962); nitrogênio amoniacal pelo método de Kjeldahl e Clorofila *a* (Nusch, 1980). Os valores de IET calculados através do fósforo total classificaram os três primeiros pontos como oligotrófico e o restante como supereutrófico, além de serem encontrados macrófitas aquáticas caracterizando o local. Contudo, não se observou nenhum processo de autodepuração do rio Apodi/Mossoró.

**PALAVRAS-CHAVE:** impactos antrópicos, estratificação, poluição urbana.

### PHYSICAL-CHEMICAL ANALYSIS OF AUTODEPURATION OF A SEMIÁRIDO IN RIO GRANDE DO NORTE

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the physical, chemical and biological characteristics of the Apodi-Mossoró River, verifying if there is a process of self-purification of the river, besides evaluating the trophic state index (IET-Lamparelli). There were seven sampling points: Reservoir of Santa Cruz near the margin (RSCM), this being analyzed three

points (surface, middle and bottom) and close to tanque-redes (RSCT), (RSCT), Poço Feio (PF), Barragem de Gênésio (BG), Barragem Arte da Terra (BAT) e Barragem de Passagem de Pedra upstream (BPDM) and downstream (BPDJ). The collections were carried out on November 29, 2014, during the dry season. The limnological variables analyzed were temperature, dissolved oxygen, percentage of dissolved oxygen saturation, pH, salinity, turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids and transparency. The concentrations of total phosphorus (PT) were determined according to Murphy and Riley (1962); ammoniacal nitrogen by the method of Kjeldahl and Chlorophyll a (NUSCH, 1980). The values of EIT calculated by the total phosphorus classified the first three points as oligotrophic and the rest as supereutrophic, in addition to being found aquatic macrophytes characterizing the site. However, no process of self-purification of the Apodi / Mossoró River was observed.

**KEYWORDS:** anthropic impacts, stratification, urban polluti.

## INTRODUÇÃO

A eutrofização artificial das águas continentais está diretamente relacionada com o crescimento populacional e as atividades humanas. Os rios se tornaram ao longo dos anos depositários de rejeitos e resíduos de diversas formas: os esgotos domésticos e as águas residuárias provenientes de atividades pecuárias contribuem com elevadas cargas orgânicas; as indústrias com uma série de compostos sintéticos e elementos químicos potencialmente tóxicos; e as atividades agrícolas com a contaminação por pesticidas e fertilizantes ricos em sais minerais (Esteves, 1998) e (Neto & Ferreira, 2007).

É essencial ter informação sobre a qualidade da água para que se conheça a situação dos corpos hídricos com relação aos impactos antrópicos na bacia hidrográfica e para que se planeje sua ocupação e seja exercido o necessário controle de impactos (Braga et al., 2006).

Uma das formas de avaliar a qualidade de uma água é a utilização do Índice do Estado Trófico – IET, este tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avaliar a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo de algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas (CETESB, 2004). O conceito de estado trófico é multidimensional, envolve aspectos de carga e transporte de nutrientes, concentração de nutrientes, produtividade, quantidade e qualidade da biota e a morfometria do lago (Duarte et al. 1998). Segundo Fia et al. (2009), um índice de estado trófico funciona como um registro de atividades humanas nas várias bacias hidrográficas, além de auxiliar na formulação de planos de manejo e gestão de ecossistemas aquáticos, por meio de estratégias que visam a sustentabilidade dos recursos hídricos. Ao fim do estudo o ecossistema pode ser classificado em Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico ou Hipereutrófico, de acordo com o estado de trofia (CETESB, 2004).

Esse trabalho tem como objetivo verificar a existência de estratificação térmica da coluna d'água do açude de Santa Cruz, avaliar o índice de estado trófico (IET-Lamparelli) e as características físicas e químicas dos ambientes aquáticos estudados. Identificar a existência do processo de autodepuração do rio Apodi/Mossoró e verificar quais impactos antrópicos o rio está submetido. Analisar a vazão de trechos do rio Apodi/Mossoró que recebe aporte de água subterrânea (Poço Feio). Identificar as macrófitas aquáticas e relacioná-las com as características físicas e químicas dos ambientes aquáticos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O estudo foi realizado em dois trechos do Reservatório de Santa Cruz, um próximo à margem (RSCM) e o outro próximo aos tanques-rede (RSCR); na margem de Poço Feio (PF), antes da Barragem de Genésio (BG), na Barragem Arte da Terra (BAT) e Barragem de Passagem de Pedra, na montante (BPDM) e na jusante (BPDJ) (Tabela 1). Esses trechos formam o barramento do rio Apodi/Mossoró, localizada na região oeste do estado do Rio Grande do Norte, (05°46'02.59"S e 037°47'52.86"O). Este se encontra na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, com uma área de 14.276 km<sup>2</sup>, correspondente a 26,8% da área do estado, representa a maior bacia hidrográfica potiguar. O clima predominante é o semiárido apresentando temperatura média anual de 28,5°C e precipitação média anual 400 mm (SEMARH, on line).

As coletas foram realizadas no dia 29 de novembro de 2014, durante o período de seca. As variáveis limnológicas analisadas in situ foram temperatura, oxigênio dissolvido, porcentagem de saturação de oxigênio dissolvido, pH, salinidade, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, turbidez, transparência, com o auxílio de uma sonda multi-parâmetros (HORIBA – U52). Amostras de água foram coletadas na superfície (0 m), porção intermediária da coluna de água (14m) e fundo (27 m) em RSCM com o auxílio de uma garrafa de Van Dorn, e acondicionadas em garrafas plásticas, e nos outros pontos foram apenas coletadas da superfície e acondicionadas, todas para posterior determinação das concentrações de nutrientes e clorofila a em laboratório.

No Laboratório de Limnologia e Qualidade de Água do Semi-árido (Limnoqua - UFERSA), foram determinadas as concentrações de fósforo total (PT) de acordo com Murphy, Riley (1962); nitrogênio amoniacal pelo método de Kjeldahl e Clorofila a (NUSCH, 1980). Foram utilizadas as seguintes variáveis: N-Total; NH<sub>3</sub>; N-NO<sub>3</sub>; N-NO<sub>2</sub>; P-Total; clorofila a; temperatura; oxigênio dissolvido; pH e turbidez para comparação com os valores da bibliografia encontrada, sendo está a Resolução N° 357/05, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2005). Para o Índice do

Estado Trófico foi utilizado o método adaptado por LAMPARELLI (2004) (Tabela 2), no qual o resultado apresentado de IET foi a média aritmética ponderada (IETm) dos índices relativos da clorofila a (CL) e do fósforo total (PT) segundo a equação:

$$IET = [IET (PT) + IET (CL)] / 2. \text{ (Equação I)}$$

Sendo:

$$IET (CL) = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln CL)) / \ln 2)) \text{ (Equação II)}$$

$$IET (PT) = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln PT) / \ln 2)) \text{ (Equação III)}$$

Foi medida a vazão de trechos do rio Apodi/Mossoró que recebe aporte de água subterrânea (Poço Feio), com valores das médias de largura (L), profundidade (P), velocidade média (V) e o fator de correção (a), utilizando a seguinte equação:

$$VAZÃO = L \times P \times V \times a$$

Foram observadas as espécies de macrófitas aquáticas que estavam situadas em cada ponto de coleta, sendo anotadas as espécies.

Coordenadas	Latitude	Longitude
RSCM	5°45'12,4" S	37°48'52,3" O
RSCR	5°45'12,4" S	37°48'52,3" O
PF	5°29'15,6" S	37°33'33,2" O
BG	5°17'9,8" S	37°20'45,7" O
BAT	5°11'42,35" S	37°20'25,4" O
BPDM	5°9'21,2" S	37°17'07,9" O
BPDJ	5°9'21,3" S	37°17'07,7" O

Tabela 1. Coordenadas referenciadas por GPS.

Legenda: PF = Poço Feio; BG = Barragem do Genésio; BAT = Barragem do Arte da Terra; BPDM = Barragem passagem de Pedra a montante; BPDJ = Barragem de Passagem de Pedra a jusante.

ESTADO TRÓFICO	CRITÉRIO	PT (mg/L)	CLOROFILA a (mg/L)
Ultraoligotrófico	IET < 47	P ≤ 8	CL ≤ 1,17
Oligotrófico	47 < IET < 52	8 < PT < 19	1,17 < CL < 3,24
Mesotrófico	52 < IET < 59	19 < PT < 52	3,24 < CL < 11,03
Eutrófico	11,03 < CL < 30,53	11,03 < CL < 30,54	11,03 < CL < 30,55
Supereutrófico	63 < IET < 67	12 < P ≤ 233	30,55 < CL ≤ 69,05

Tabela 2. Valores de referência para as categorias tróficas – IET (LAMPARELLI, 2004).

Legenda: PT = Fósforo total

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não houve mudanças bruscas nas temperaturas da coluna d' água, com valores de 27,9°C, 27,6°C e 27,5°C, (superfície, meio e fundo) variando com a profundidade, não sendo identificada estratificação. O pH também não variou muito, mostrando apenas uma diferença entre a superfície e o fundo, demonstrando uma característica de tamponamento da coluna de água deste reservatório. O oxigênio dissolvido e a saturação foram reduzidos em quase 50% entre superfície e fundo da coluna d' água, este fato provavelmente ocorreu devido ao predomínio do processo de decomposição da matéria orgânica, acarretando na redução das concentrações deste gás nas regiões mais profundas do reservatório de Santa Cruz. A condutividade elétrica e a saturação de oxigênio dissolvido permanecerão quase constantes (Gráfico 1). A ocorrência da falta de chuva ocasiona esses baixos valores de sólidos, pois não existe correnteza para movimentar o material particulado, que ocasiona uma elevação na turbidez da água. Nesse ponto não foi encontrada a presença de macrófitas aquáticas.

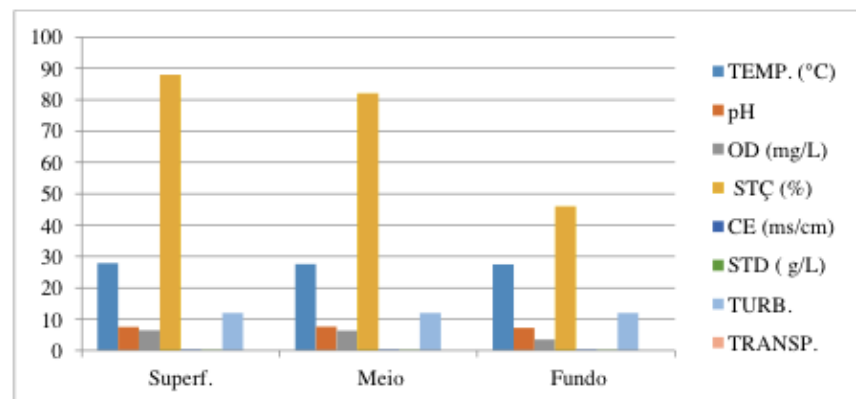


Gráfico 1. Ponto 1- Reservatório de Santa Cruz, próximo a barragem. Valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), saturação do oxigênio dissolvido (STÇ), condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez (TURB.) e transparência (TRANSP.) da coluna d' água.

Todos os valores no segundo ponto de coleta (Gráfico 2) foram estreitamente superiores ao primeiro, dando destaques ao oxigênio, saturação do oxigênio dissolvido, turbidez e transparente. Isso pode estar relacionado à presença das macrófitas aquáticas *Egéria* densa, *Chara* indica que foram identificadas na região e o constante aporte de matéria orgânica oriunda das fezes e ração não consumida. A *E. densa* é uma indicadora de áreas poluídas, esta possui a habilidade em integrar e monitorar variações nas concentrações e elementos no meio hídrico, além de absorver seletivamente alguns íons.

Esses valores demonstram também que o incremento de material alóctone pela atividade de piscicultura não alterou as características da coluna de água.



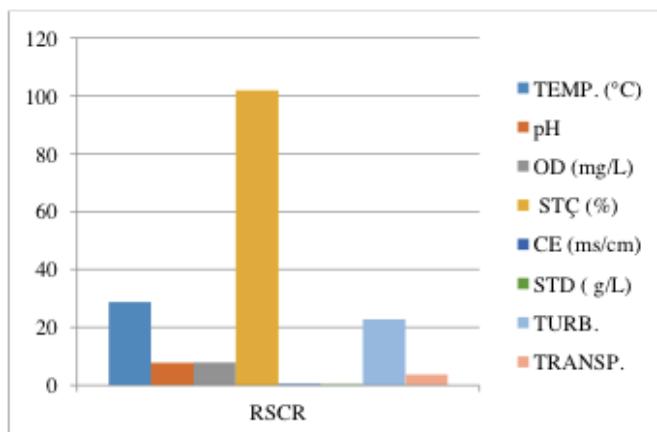


Gráfico 2. (RSCM) Reservatório de Santa Cruz, próximo aos tanques-rede. Valores de temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), saturação do oxigênio dissolvido (STÇ), condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD), turbidez (TURB.) e transparência (TRANS.) da água.

A temperatura variou entre 27,5 e 34,5°C, esse parâmetro varia de acordo com o horário e o local que foram coletadas as amostras, observou-se que no ponto BAT, ocorreu o maior valor de temperatura devido à coleta ter sido feita aproximadamente às 12 horas e esse ponto está situado distante da mata ciliar, por tanto não há o sombreamento da coluna d'água (Gráfico 3).

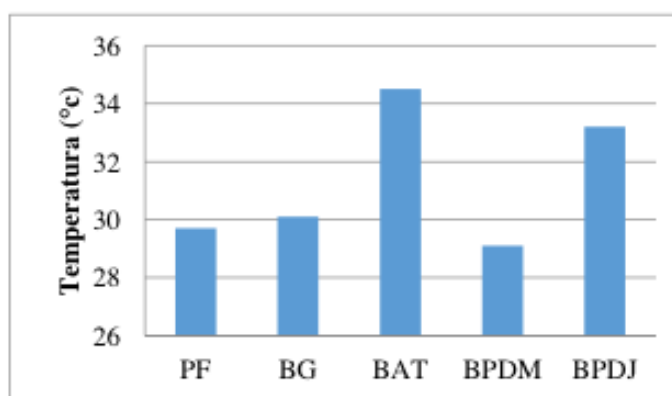


Gráfico 3. Valores de temperatura de superfície (°C) para os pontos avaliados. Legenda: PF = Poço Feio; BG = Barragem do Genésio; BAT = Barragem do Arte da Terra; BPDM = Barragem passagem de Pedra a montante; BPDJ = Barragem de Passagem de Pedra a jusante.

Os valores obtidos da variável pH, não mostraram padrão na variação entre os pontos (na mesma estação) baixas flutuações nos valores de pH sugerem que os corpos d'água têm um eficiente sistema de tamponamento ou acelerada dinâmica metabólica. O pH em todos os pontos coletados se manteve praticamente neutro, variando entre 7,14 e 8,4. Um dos fatores que influenciam nos níveis elevados de pH é a produção primária, pois ao realizar a fotossíntese, ocorre a retirada do gás carbônico da água, que é a principal fonte natural de acidez desse ambiente (Gráfico 4).

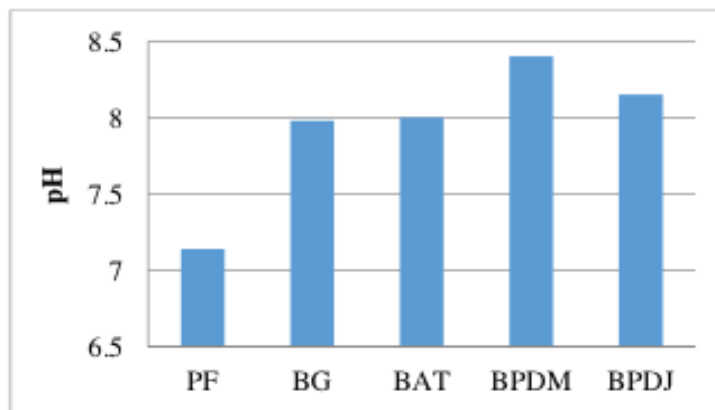


Gráfico 4. Valores de Ph na superfície para os pontos avaliados. *Legenda: PF = Poço Feio; BG = Barragem do Genésio; BAT = Barragem do Arte da Terra; BPDM = Barragem passagem de Pedra a montante; BPDJ = Barragem de Passagem de Pedra A Jusante.*

O oxigênio dissolvido (OD) está relacionado com vários fatores, sendo os principais a quantidade de produtores primários, profundidade da coluna d'águas, transparência da água e temperatura, além disso, outro fator que influencia é as chuvas. A variação foi significativa, com valor mínimo de 3,75 mg/L e máximo de 11,1 mg/L. O menor valor de oxigênio foi encontrado em Poço Feio (PF), o baixo valor de oxigênio dissolvido provavelmente ocorreu devido à ocorrência da pouca quantidade de água presente e a presença das macrófitas *Ludwigia peploides* (Folhas flutuantes), *Estria stratiotes* (flutuantes), também existe o fator da temperatura, no horário em a amostra foi coletada estava elevada e quanto maior for a temperatura menor será a solubilidade desse gás. Os maiores valores acontecem devido, provavelmente a grande proliferação de fitoplâncton nas áreas eutrofizadas, o que aumenta a concentração de OD (Gráfico 5).

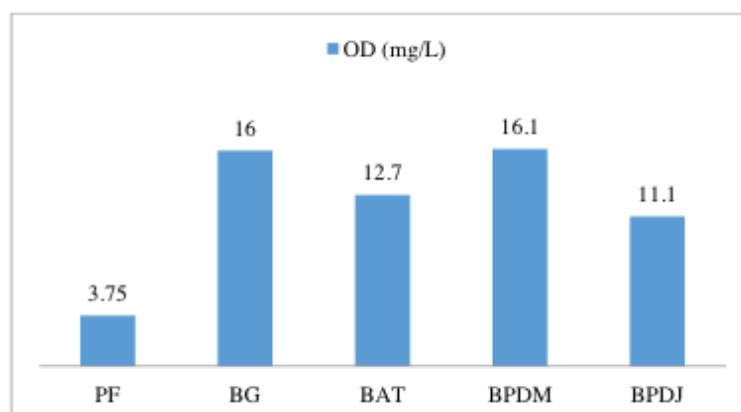


Gráfico 5. Valores de oxigênio dissolvido (mg/L) na superfície para os pontos avaliados. *Legenda: PF = Poço Feio; BG = Barragem do Genésio; BAT = Barragem do Arte da Terra; BPDM = Barragem passagem de Pedra a montante; BPDJ = Barragem de Passagem de Pedra a jusante.*

A condutividade elétrica é uma medida da concentração de íons na água, principalmente, cálcio, magnésio, potássio, carbonato, sulfato e cloreto. Os compostos nitrogenados e os fosfatos têm pouco efeito sobre a condutividade. Assim, esta variável

pode fornecer informações complementares importantes. Os valores mais elevados encontram-se no perímetro urbano, onde há uma maior ocorrência de lançamentos de poluentes na coluna d'água ajudando a detectar fontes poluidoras nos sistemas aquáticos (Gráfico 6).

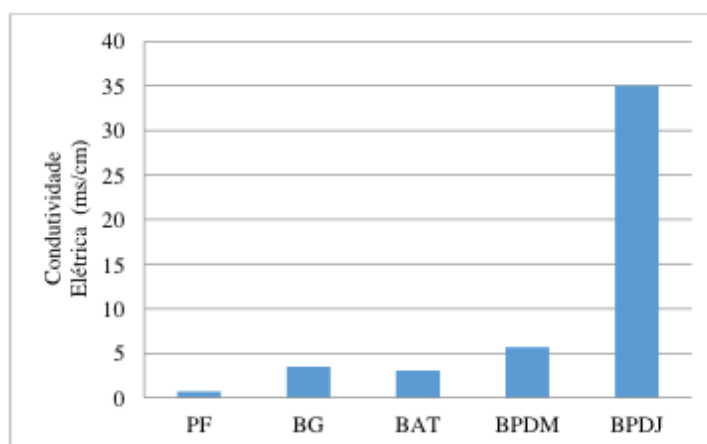


Gráfico 6. Condutividade Elétrica (ms/cm) na superfície para os pontos avaliados. *Legenda: PF = Poço Feio; BG = Barragem do Gênésio; BAT = Barragem do Arte da Terra; BPDM = Barragem passagem de Pedra a montante; BPDJ = Barragem de Passagem de Pedra a jusante.*

O ponto BAT apresentou o maior índice de sólidos, provavelmente decorrente da erosão, provocado pela retirada de areia, a partir desse ponto nota-se que os níveis aumentaram, pois esses pontos encontram-se no perímetro urbano, onde há um maior lançamento de poluentes (Gráfico 7).

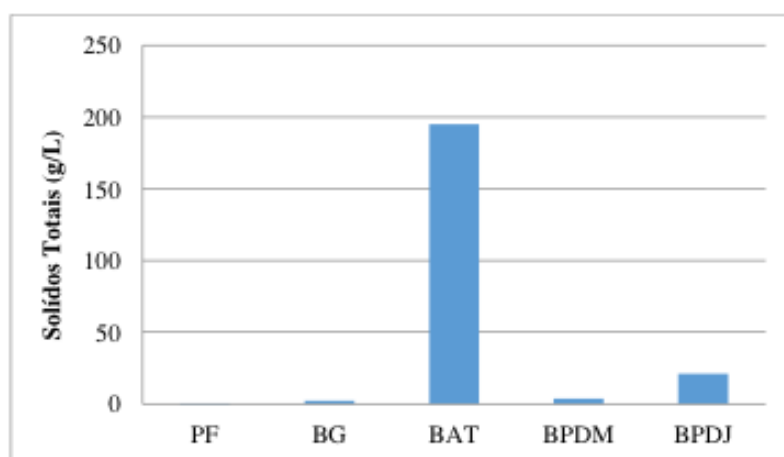


Gráfico 7. Sólidos Totais (g/L) na superfície para os pontos avaliados. *Legenda: PF = Poço Feio; BG = Barragem do Gênésio; BAT = Barragem do Arte da Terra; BPDM = Barragem passagem de Pedra a montante; BPDJ = Barragem de Passagem de Pedra a jusante.*

A transparência é afetada pela profundidade e materiais dissolvidos e/ou em suspensão. Os maiores valores de transparência no período de estiagem devem-se, possivelmente, ao pouco material em suspensão na coluna d'água nesse período, apresentando valores altos em alguns pontos, estes sem elevação na correnteza,

diminuindo a quantidade de material particulado que é deslocado ao longo do percurso, aumentando assim a transparência.

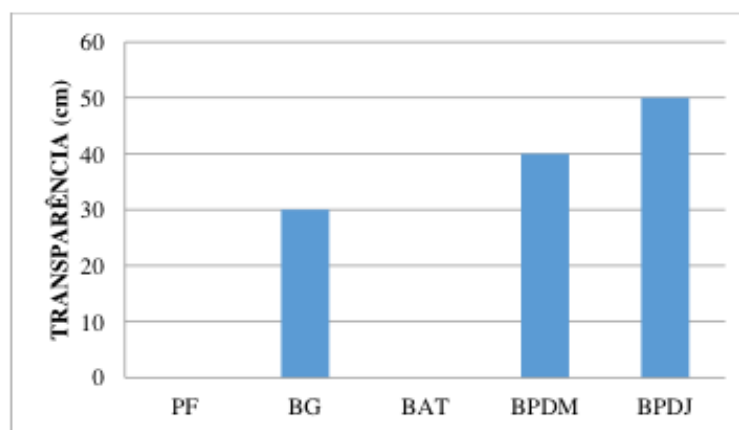


Gráfico 8. Transparência (cm) na superfície para os pontos avaliados. *Legenda: PF = Poço Feio; BG = Barragem do Genésio; BAT = Barragem do Arte da Terra; BPDM = Barragem passagem de Pedra a montante; BPDJ = Barragem de Passagem de Pedra a jusante.*

Foram encontradas as macrófitas *Ludwigia peploides* (indicadora de poluição orgânica) e a *Estria stratiotes* em Poço Feio; *Ludwigia peploides* também observada na Barragem de Genésio e as macrófitas *Pistia stratiotes*, *Cyperaceae circus* e *Aguapé* na Barragem Arte da Terra. A *Pistia stratiotes* ocorre em locais com elevada concentração de nutrientes, oriundos das descargas de efluentes urbanos e o *Aguapé* em locais de concentração orgânica alta e ambientes eutrofizados, sendo denominadas como vegetais superiores bioindicadores de parâmetros na qualidade de água.

Os valores de IET calculados através do fósforo total classificaram os três primeiros pontos como oligotrófico e o restante como supereutrófico. Baseando-se no IET calculado por meio dos valores de clorofila a, fósforo total, quanto à ponderação proposta pelo índice para estes valores (Tabela 3).

Local	P-Total (mg/L)	IET P-Total	Cl <sub>a</sub> (mg/L)	IET Cl <sub>a</sub>	Ponderação	Classificação
RSCM- Superfície	54,6	58,7	1,72	49,39	54,05	Oligotrófico
RSCM- Meio	24,9	53,9	1,53	48,81	51,36	Oligotrófico
RSCM-Fundo	35,1	56,02	0,76	45,38	50,7	Oligotrófico
R SCT	54,1	58,64	1,53	48,81	53,73	Oligotrófico
PF	72,4	60,41	0,38	41,98	51,2	Oligotrófico
BG	150,7	64,85	29,4	63,31	64,08	Supereutrófico
BAT	452,9	71,52	173,9	72,03	71,8	Supereutrófico
BPDM	1401,1	78,36	80,9	68,28	73,32	Supereutrófico
BPDJ	1333,1	78,06	30,3	63,56	70,81	Supereutrófico

Tabela 3. Classificação dos pontos de coleta, baseada no índice de estado trófico para as variáveis P-total e clorofila a, e sua ponderação.

Índice de estado trófico (IET); Fósforo total (P-total); Clorofila a (Cl<sub>a</sub>); PF = Poço Feio; BG = Barragem do Genésio; BAT = Barragem do Arte da Terra; BPDM = Barragem passagem de Pedra a montante; BPDJ = Barragem de Passagem de Pedra a jusante.

Analisando a vazão de trechos do rio Apodi/Mossoró, que recebe o aporte de água subterrânea (Poço Feio) que foi baseada pelas as médias de três pontos no mesmo, obteve-se, com a profundidade variando entre 0,09 e 0,1 m, a largura média de 0,6 m, numa velocidade média de 78 m/m, o valor de 3.619,2 L/m, um valor muito baixo, porém esperado pela falta de chuvas e o nível de água encontrado.

## CONCLUSÕES

Não se observou nenhum processo de autodepuração do rio Apodi/Mossoró. Os pontos mais críticos ocorrem no perímetro urbano, já que a quantidade de efluentes de esgotos domésticos e industriais aumenta. O rio não possui um gradiente de variação ambiental, pois ele é afetado pela poluição urbana.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Prof. Dr. Gustavo Henrique pela oportunidade de elaboração do artigo, a mestrandia do laboratório de Limnologia da Ufersa Eudilena Laurindo de Medeiros pelo auxílio em campo, ao Técnico de laboratório Luiz Carlos e aluna de graduação de Engenharia de Pesca Luíza Medeiros pelo auxílio em laboratório.

## REFERÊNCIAS

Braga, B.; Porto M.; Tucci C.E.M. Águas doce no Brasil. Monitoramento de quantidade e qualidade das águas. 3ª edição 2006.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). *Relatório de Qualidade das Águas interiores de São Paulo*. São Paulo: CETESB, 2004;

CONAMA – Conselho Nacional Do Meio Ambiente 2005 *Resolução 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, 18 de março de 2005, Nº 53, p.58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>.

Duarte, M. A. C., Ceballos, O., Susana, B., Annemarie, K.; Melo, H. N. M., Araújo, J. A. H. Índice do estado trófico de Carlson (IET) aplicado em corpos aquáticos lênticos do nordeste do Brasil. *Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 1998.

Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: *Interciência*, 575p e 602 p.

Fia, R., Matos T. A., Coradi, P. C., Ramirez, O. P. Estado trófico da água na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, 2009.

Lamparelli, M.C. 2004 Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento. São Paulo. 238f. (*Tese Doutorado em Biociência*. Universidade de São Paulo). Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134)>

Murphy J. E Riley J.P. 1962 Modified single solution methods for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27: 31-36.



Neto, M. L. F.; Ferreira, A. P. - Perspectivas da Sustentabilidade Ambiental Diante da Contaminação Química da Água: Desafios Normativos - *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente* - v.2, n.4, Seção 1, ago 2007.

Nusch, E.A. 1980 Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Archiv für Hydrobiologie. Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 14: 14-36.

SEMARH - Secretaria Estadual De Meio Ambiente E Recursos Hídricos (on line) URL: <[www.semarh.rn.gov.br](http://www.semarh.rn.gov.br)> Acesso em: 02 out. 2013.

Tundisi, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estud. av. São Paulo*, v. 22, n. 63, 2008.

## PRESENÇA DE ADENOVIRUS HUMANO NAS ÁGUAS DO RIO CATURETÊ, SARANDI, RIO GRANDE DO SUL

**Brenda Katelyn Viegas da Rosa**

Universidade Feevale

Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul

**Rute Gabriele Fiscoeder Ritzel**

Universidade Feevale

Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul

**Tatiana Moraes da Silva Heck**

Universidade Feevale

Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul

**Fabiano Costa de Oliveira**

Universidade Feevale

Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul

**Rodrigo Staggemeier**

Universidade Feevale

Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul

**Sabrina Esteves de Matos Almeida**

Universidade Feevale

Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** O aumento da urbanização próximo aos rios é acompanhado de grande escoamento de esgoto doméstico não tratado, tornando a água um meio de veiculação de microrganismos patogênicos. O Rio Caturetê pertence à Bacia do Rio Várzea, sendo formado por um conjunto de arroios que banham a cidade de Sarandi/RS. Os Adenovírus Humano (HAdV) são vírus entéricos causadores de gastroenterites, apresentam grande resistência ao meio

ambiente e ao trato gastrointestinal, sendo utilizados como bioindicadores de qualidade ambiental. Este trabalho tem por objetivo avaliar a contaminação hídrica, de origem fecal, em amostras de águas do Rio Caturetê por meio de detecção molecular. Foram coletadas cinco amostras de água, em frascos estéreis de 500 ml, em cinco pontos ao longo do Rio Caturetê. As coletas foram realizadas no mês de abril de 2018. O método de ultracentrifugação foi empregado para a obtenção das partículas virais. Os genomas virais foram extraídos por meio do kit de extração Mini Spin Plus (BIOPUR), e posteriormente, a quantificação do HAdV foi obtida através da técnica de qPCR (cadeia de polimerase em tempo real) utilizando o kit SYBR Green. Foi identificada a presença de HAdV em 80% das amostras, sendo o ponto três o único local em que não houve a detecção de amostras positivas. Os pontos um e quatro apresentaram menor e maior quantificação de material genômico, respectivamente. O Rio Caturetê abastece a população residente do município de Sarandi, recebendo diversos contaminantes, devido as atividades agrícolas da população local e da concentração urbana. O presente estudo revelou um déficit na qualidade do saneamento básico da região, além da importância do monitoramento dos rios para que políticas públicas possam ser adequadamente implementadas a fim de melhorar a qualidade

de vida dos moradores que utilizam das águas.

**PALAVRAS-CHAVE:** qPCR, qualidade da água e monitoramento ambiental.

## PRESENCE OF HUMAN ADENOVIRUS IN THE WATERS OF CATURETÊ RIVER, SARANDI, RIO GRANDE DO SUL

**ABSTRACT:** The increase in urbanization near the rivers is accompanied by a large flow of untreated domestic sewage, making water a means of transporting pathogenic microorganisms. The Caturetê River belongs to the Várzea River Basin, being formed by a group of streams that bathe the city of Sarandi/RS. Human adenoviruses (HAdV) are enteric viruses that cause gastroenteritis, and present great resistance in the environment and the gastrointestinal tract, being used as bioindicators of environmental quality. The objective of this work is to evaluate fecal water contamination in samples of waters of the Caturetê River by means of molecular detection. Five water samples were collected in 500 ml sterile flasks at five points along the Caturetê River. The collections were carried out in April 2018. The ultracentrifugation method was used to obtain the viral particles. Viral genomes were extracted using the Mini Spin Plus extraction kit (BIOPUR), and then the quantification of HAdV was obtained using the qPCR (real time quantitative PCR) technique using the SYBR Green kit. The presence of HAdV was identified in 80 % of the samples, and point three was the only site where no positive samples were detected. Points one and four presented lower and higher quantification of genomic material, respectively. The Caturetê River supplies the resident population of the municipality of Sarandi, receiving several contaminants, due to the agricultural activities of the local population and the urban concentration. The present study revealed a deficit in the quality of the basic sanitation of the region, besides the importance of the monitoring of the rivers so that public policies can be properly implemented and consequently better the quality of life of the residents who use these waters.

**KEYWORDS:** qPCR, water quality and environmental monitoring.

### 1 | INTRODUÇÃO

O cenário atual de constantes surtos epidemiológicos vem demonstrando a precariedade do sistema hídrico e, conseqüentemente, ambiental, encontrado no país inteiro (FORGIARINI et al., 2018). A legislação vigente não preconiza padrões aceitáveis para o monitoramento viral, apenas para bactérias, conforme a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

O Adenovírus Humano (HAdV) é um vírus entérico, veiculado pela água através de infecção fecal oral. Está associado a surtos de gastroenterites, assim como problemas de conjuntivite, principalmente em crianças menores de quatro anos. Caracteriza-se por não possuir sazonalidade, apresentar grande resistência ao meio

ambiente, trato gastrointestinal e raios UV. O HAdV não possui envelope viral, tem seu genoma composto por uma dupla cadeia de DNA com aproximadamente 35.000 pares de bases, seu capsídeo tem formato icosaédrico composto por 252 capsômeros (ALLARD; VANTARAKIS, 2017; STAGGEMEIER et al., 2015).

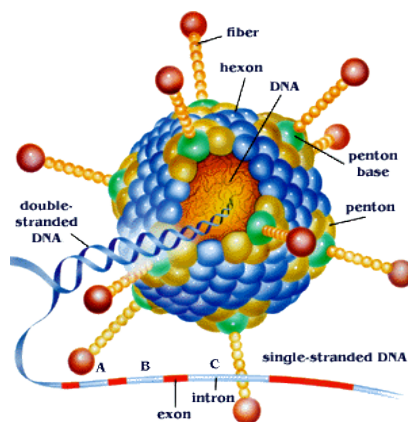


Figura 1. Estrutura do HAdV

Fonte: MRSA

A cidade de Sarandi, Rio Grande do Sul, está localizada ao norte do estado, possui uma área de 353 km<sup>2</sup>, com população estimada de mais de 23.000 habitantes. A renda local se mantém pela produção têxtil, calçadista e alimentícia. O Rio Caturetê é o principal rio que fornece o abastecimento da cidade, uma vez que cruza todo o perímetro urbano, concentrando assim, uma maior carga poluidora (MUNICÍPIO DE SARANDI, 2011). Possui grande carência de saneamento básico, como ausência de sistemas de coleta e tratamento de esgoto, além de uma drenagem insuficiente, o que resulta em enchentes nos dias de chuvas torrenciais em toda a cidade. As águas provenientes do rio são destinadas para irrigação agrícola e dessedentação de animais. (MUNICÍPIO DE SARANDI, 2014).

## 2 | METODOLOGIA

Foram avaliadas um total de cinco amostras coletadas em cinco frascos estéreis de 500 ml, uma em cada ponto da parte do meio do percurso do Rio Caturetê, visto que as margens se encontravam em locais de difíceis acessos. As coletas foram realizadas no mês de abril de 2018. O método de ultracentrifugação foi empregado para a obtenção das partículas virais, posteriormente o genoma foi extraído por meio do kit de extração Mini Spin Plus (BIOPUR). A quantificação do HAdV foi obtida através da técnica de qPCR (cadeia de polimerase em tempo real) utilizando o kit SYBR Green, conforme orientação do fabricante. Os locais de coleta na cidade de Sarandi/RS com seus respectivos pontos encontram-se demonstrados na figura 2.



Figura 2. Pontos de coleta na cidade de Sarandi/RS visto de cima

Fonte: Google Earth

### 3 | RESULTADOS

Foi identificado a presença de HAdV em 80% (4/5) das amostras, conforme demonstrado no gráfico 1.

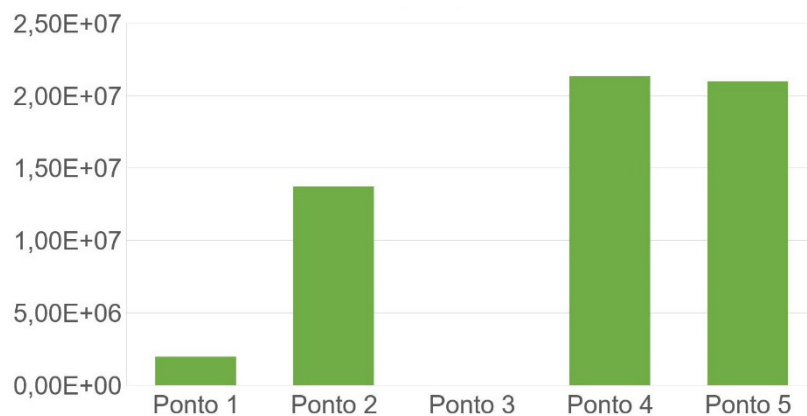


Gráfico 1. Quantificação viral por qPCR nos cinco pontos de coleta realizados

Fonte: Elaborado pelo autor

O ponto três foi o único local em que não houve a detecção de amostras positivas. Os pontos um e quatro apresentaram menor e maior quantificação de material genômico, respectivamente. O Rio Caturetê, principal rio que abastece o município de Sarandi, demonstrou contaminações virais altas na maioria dos pontos de coletas analisados, principalmente em locais de deposição de resíduo industrial e de atividades antrópicas.



## 4 | CONCLUSÃO

O presente estudo revelou um déficit na qualidade do saneamento básico da região, além da importância do monitoramento dos rios para que políticas públicas possam ser adequadamente implementadas a fim de melhorar a qualidade de vida dos moradores que utilizam das águas. Seria indicado um estudo complementar de passagem em célula para identificar o quanto essas cargas virais possuem infectividade em animais.

## REFERÊNCIAS

ALLARD, Annika ; VANTARAKIS, Apostolos. **Adenovírus**. Global Water Pathogen Project, 2017, 7 mar. 2017. Disponível em: <http://www.waterpathogens.org/book/adenoviruses>. Acesso em: 21 mar. 2019.

FORGIARINI, Francisco Rossarolla; PACHALY, Robson Leo; FAVARETTO, Jean. **Análises espaciais de doenças diarreicas e sua relação com o monitoramento ambiental**. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro , v. 23, n. 5, p. 963-972, Oct. 2018 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522018000500963&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522018000500963&lng=en&nrm=iso)>. access on 22 Mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018169681>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2.914, de 20 de março de 2019**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 12 dez. 2011. [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html).

MUNICÍPIO DE SARANDI. **Plano Municipal de Saneamento Básico – Água Potável e Esgotamento Sanitário Município de Sarandi**. Sarandi: [s. n.], 2011. Disponível em: [https://www.sarandi.rs.gov.br/images/2015/06/Plano\\_Municipal\\_SARANDI-CORSAN\\_FINAL.pdf](https://www.sarandi.rs.gov.br/images/2015/06/Plano_Municipal_SARANDI-CORSAN_FINAL.pdf). Acesso em: 21 mar. 2019.

MUNICÍPIO DE SARANDI **Plano Municipal de Saneamento Básico – Eixo Águas Pluviais**. Sarandi: Echoa Engenharia, 2014. Disponível em: <https://www.sarandi.rs.gov.br/images/2015/06/PMSB.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2019.

SOARES, Sérgio R. A.; BERNARDES, Ricardo S.; CORDEIRO NETTO, Oscar de M. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro , v. 18, n. 6, p. 1713-1724, dez. 2002 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2002000600026&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2002000600026&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 22 mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2002000600026>.

STAGGEMEIER, Rodrigo et al. **Molecular detection of human adenovirus in sediment using a direct detection method compared to the classical polyethylene glycol precipitation**. Journal of Virological Methods, [S. l.], 1 mar. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166093414004492?via%3Dihub>. Acesso em: 20 mar. 2019.

## SEGURANÇA ALIMENTAR: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NAS CRECHES PÚBLICAS DO MUNICÍPIO DE PATOS-PB

**Vitor Martins Cantal**

Universidade Federal de Campina Grande  
Patos - Paraíba

**Talita Ferreira de Moraes**

Universidade Federal de Campina Grande  
Patos – Paraíba

**Clara Luz Martins Vaz**

Universidade Federal de Rondônia  
Porto Velho – Rondônia

**Lusinilda Carla Pinto Martins**

Porto Velho – Rondônia

**Rosália Severo de Medeiros**

Universidade Federal de Campina Grande  
Patos – Paraíba

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente estudo avaliar a qualidade microbiológica da água destinada para consumo humano em todas as creches públicas do município de Patos-PB. Para isso, foram realizadas coletas de água em onze creches, sendo dez localizadas na zona urbana e uma na zona rural. Os dois locais escolhidos para a coleta foram a torneira principal da cozinha e o bebedouro localizado em um ponto de maior acesso entre os alunos, totalizando 27 amostras. Para a contagem de bactérias heterotróficas, foi transferido 0,1 mL d'água dos sacos plásticos para placas contendo Plate Count Ágar.

Para a determinação dos coliformes totais e termotolerantes utilizou-se a Técnica dos Tubos Múltiplos em série de três tubos e o resultado foi expresso em Número Mais Provável por 100 mililitros. Para identificação de *Escherichia coli*, as amostras foram incubadas em Ágar Eosina Azul de Metileno por 24h a 37°C. As amostras crescidas em EMB foram submetidas a provas bioquímicas para identificação de gênero. As amostras mais expressivas foram submetidas a testes de susceptibilidade a antimicrobianos. Apenas 9 amostras apresentaram crescimento para bactérias heterotróficas. Das 27 amostras, 62,96% apresentaram-se positivas para coliformes totais e termotolerantes. Não observou-se a presença *E.coli* em nenhuma amostra. Foram identificadas 81 bactérias com prevalência dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Serratia*. Todas as amostras submetidas aos testes de susceptibilidade a antimicrobianos apresentaram resistência a, no mínimo, um antibiótico. Concluiu-se que as amostras apresentavam valores microbiológicos aceitáveis para a legislação, contudo, a presença de bactérias resistentes a antibióticos é um dado alarmante.

**PALAVRAS-CHAVE:** microbiologia; coliformes; creches; segurança alimentar.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the microbiological quality of water

intended for human consumption in all public nurseries in Patos-PB city. For this, water collections were carried out in eleven day care centers, ten of them located in the urban area and one in the rural area. Two collection places were delineated: The main faucet of the kitchen and water fountain located at a point of greatest access among the students, totalizing 27 samples. The water samples were collected in plastic bags containing sodium thiosulphate. For the counting of heterotrophic bacteria, 0.1 mL of the water sample was transferred to plates containing the Plate Count Agar culture medium. For the determination of total and thermotolerant coliforms, the Multi-Tubing Technique was used in series of three tubes and the result was expressed in Most Probable Number per 100 milliliters. For identification of *Escherichia coli*, positive samples for thermotolerant coliforms were incubated in Methylene Blue Eosin Agar (BEM) for 24 h at 37 ° C. The samples grown in EMB were submitted to biochemical tests to identify the genus. After identification, the most expressive samples were submitted to antimicrobial susceptibility tests. Only 9 samples showed growth for heterotrophic bacteria. Of the 27 samples, 62.96% were positive for total and thermotolerant coliforms. It wasn't observed the presence of *E. coli* in any sample. It was identified 81 bacteria with prevalence of the genera *Klebsiella*, *Enterobacter* and *Serratia*. All strains subjected to antimicrobial susceptibility testing showed resistance to at least one antibiotic. Water intended for human consumption in day care centers has acceptable microbiological values according to the legislation, however, the presence of other strains of bacteria that are resistant to antibiotics is considered a worrying result, especially because the main public are daycare children.

**KEYWORDS:** microbiology; coliforms; daycare centers; food security.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água quando não apresenta padrões microbiológicos aceitáveis acaba por se tornar uma importante fonte de transmissão de doenças, principalmente doenças que afetam o trato intestinal, atuando como meio de cultura para micro-organismos patogênicos. A veiculação hídrica de agentes etiológicos de caráter infeccioso ou parasitário é responsável pela alta incidência de enfermidades que afetam as populações de modo geral. Assim, a qualidade da água destinada para o consumo humano está diretamente relacionada a uma melhoria na saúde e ao bem-estar de uma população.

Dentre as principais doenças de veiculação hídrica estão as doenças diarreicas, que por sua vez, são responsáveis por aproximadamente 1,4 milhão de mortes, em todo o globo, de crianças de até 5 anos de idade (Ezeh et al., 2014). A maioria dessas mortes ocorre na África subsaariana, onde quase metade da população não tem acesso a água de qualidade e o saneamento básico (Walker et al., 2013). Estudos realizados por Sousa et al. (2015) e Meira, Silva e Fortuna (2016) ressaltam a importância da constante análise da qualidade microbiológica da água destinada para o consumo humano em creches, pois as crianças, por apresentarem um sistema

imunológico ainda em desenvolvimento, estão mais susceptíveis a algum patógeno entérico, podendo desenvolver severas infecções intestinais e urinárias.

No Brasil, apesar de vários avanços no que diz respeito à disponibilidade de água potável e saneamento básico, as doenças diarreicas ainda estão entre as 10 maiores causas de mortalidade em crianças de até 5 anos (FRANÇA et al., 2017). Apesar da região nordeste do país ter apresentado uma diminuição nos índices de mortalidade por doenças diarreicas, a mesma ainda apresenta um grande número de óbitos já que doenças diarreicas são a 7º maior causa de morte em crianças de até 5 anos (FRANÇA et al., 2017).

As doenças de veiculação hídrica, causadas por bactérias, vírus, protozoários, helmintos e outros micro-organismos patogênicos, constituem um dos problemas de saúde pública mais comum dos países em desenvolvimento (FUNASA, 2013). Dentre os patógenos bacterianos, as bactérias do grupo dos coliformes caracterizam-se como o grupo mais amplamente utilizado para avaliar a contaminação microbiológica da água (Sperling, 2005). Os microrganismos do grupo dos coliformes, representados pelos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* são pertencentes à família Enterobacteriaceae e incluem bactérias Gram negativo na forma de bastonetes retos, não esporogênicas, anaeróbias facultativas e oxidase negativo e diversos gêneros e espécies de bactérias não-entéricas, como *Serratia spp.* e *Aeromonas spp.* (LEITE & FRANCO, 2006; ANDRADE, 2014; SALES et al, 2014).

Os coliformes são indicadores úteis de contaminação da água, uma vez que normalmente estão presentes em grandes quantidades no trato intestinal de seres humanos e outros animais, dessa forma, sua presença na água pode indicar uma provável contaminação fecal (MADIGAN, 2016). Os coliformes podem ser divididos em dois grupos: os coliformes totais que são capazes de fermentar a lactose com produção de gás a 35 °C e os coliformes termotolerantes, também conhecidos como coliformes fecais, que fermentam a lactose com produção de gás a 45 °C (ANDRADE, 2014; SALES et al., 2015). Bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais não são, necessariamente, restritas ao intestino. Por esta razão, os microrganismos importantes na avaliação de segurança da água são os coliformes termotolerantes, com ênfase em *Escherichia coli*, cujo único hábitat é o intestino, considerada o principal coliforme de interesse em estudos que analisam a qualidade microbiológica da água (MADIGAN, 2016).

De acordo com Madigan (2016), a presença de *E. coli* em uma amostra de água indica contaminação fecal, tornando esta mesma água imprópria ao consumo humano. Por outro lado, a ausência de *E. coli* não garante que uma fonte de água seja potável, uma vez que outras enterobactérias, patogênicas podem ainda estar presentes. Por este motivo, trabalhos como o de Pongeluppe et al., (2009) são importantes por apresentar que, mesmo com a ausência de *E.coli* em amostras de água, é possível isolar bactérias de importância para a saúde pública como *Citrobacter freundii* e *Klebsiella oxytoca*.

A resistência bacteriana ocorre quando a bactéria evolui, possuindo mecanismos de resistência, para combater o modo de ação de um fármaco; assim, a sensibilidade da bactéria ao antibiótico assume um papel importante no sucesso terapêutico uma vez que o antibiótico a ser usado para o tratamento de determinada infecção deve ser selecionado após a identificação e determinação de sua sensibilidade ao fármaco (PORTUGAL, 2015). A resistência bacteriana aos antimicrobianos vem sendo relatada há muitos anos em diferentes trabalhos, e é uma forma que os microrganismos possuem de sobreviverem às adversidades nos ambientes onde se encontram. Entretanto, a resistência passa a ser um problema sério quando se trata de bactérias multirresistentes causando enfermidades muitas vezes de difícil tratamento. O fato é que, inicialmente, bactérias resistentes eram comuns em ambientes hospitalares; hoje, no entanto, com o advento da pesquisa, é possível verificar que esses genes responsáveis pela disseminação de resistência têm se propagado entre as mais variadas bactérias, além de também observar tais genes em bactérias de ambientes naturais como água e solo, e com isso a resistência bacteriana tem se tornado um problema ecológico e de saúde pública (OLIVEIRA, 2016).

Trabalhos como o realizado por Yamanaka (2011) e Oliveira (2016) são de grande importância pois relatam a presença de enterobactérias resistentes à antimicrobianos em água, servindo como um importante achado para elucidar a urgência de um monitoramento dessas amostras de água, uma vez que a sua ingestão com bactérias resistentes, pode acarretar patologias clínicas severas.

A Portaria de consolidação Nº 5, de 28 de SETEMBRO de 2017 do Ministério da Saúde, Anexo I, estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, que considera *E. coli* como padrão inequívoco de poluição fecal para água de consumo humano e para água tratada, reservatório e sistema de distribuição considera *E. coli* e coliformes totais (BRASIL, 2011). Entretanto, esta portaria exclui a presença de coliformes termotolerantes, permanecendo apenas a ausência de *E. coli* que somado com a presença de coliformes termotolerantes presentes em amostras de água funcionariam como parâmetros mais completos para análise da qualidade microbiológica da água. Tais parâmetros não deveriam ser excluídos e sim incorporados à legislação. Assim, objetivou-se com esse trabalho, analisar a qualidade microbiológica da água destinada para consumo em creches públicas do município de Patos-PB.

## 2 | METODOLOGIA

Foram realizadas coletas de água em onze creches públicas no município Patos – PB, sendo 10 localizadas na zona urbana e uma na zona rural. Antes da realização da coleta de material, foi realizada uma visita nos locais de estudo, a fim de avaliar as condições sanitárias de cada local de estudo. Foram delimitados os locais de coleta



sendo: 1) A torneira principal da cozinha, utilizada para a lavagem de frutas, hortaliças e o preparo dos alimentos; 2) O bebedouro localizado em um ponto de maior acesso entre os alunos. A creche municipal Cremilda, por ser uma creche nova e considerada como modelo de implementação na cidade de Patos-PB, disponibiliza um bebedouro (filtro de barro) para cada sala de aula. Desta forma, apenas nessa creche realizou-se mais de uma coleta de bebedouro.

## 2.1 Procedimento de coleta

Para coletar as amostras de água em cada local, fez-se o uso de sacolas plásticas esterilizadas, com capacidade para 100 mL, contendo 0,1 mL de solução de tiosulfato de sódio a 10%. Antes da coleta foi realizada a limpeza da torneira com algodão embebido por álcool 70%. Após isso, deixou-se a torneira escorrendo água por 1 a 2 minutos. Os recipientes foram identificados, e, imediatamente, as sacolas plásticas foram dispostas em uma caixa isotérmica com gelo e encaminhadas diretamente ao Laboratório de Microbiologia da Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande –UACB/CSTR/UFCG, onde foram realizadas as análises microbiológicas seguindo o Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional da Saúde (BRASIL, 2013).

## 2.2 Contagem de bactérias heterotróficas

Para a contagem de bactérias heterotróficas na água, transferiu-se 0,1mL das amostras dos sacos plásticos para placas contendo o meio de cultura Plate Count Agar e incubadas a 37°C por 24 horas. Após esse tempo, observou-se se houve o crescimento de colônias na superfície da placa. As placas que apresentaram crescimento foram submetidas a contagem do número de colônias crescidas e o resultado final foi expresso em Unidades Formadoras de Colônias por Mililitro (UFC/mL).

## 2.3 Determinação de coliformes totais e termotolerantes

Para a determinação dos coliformes totais e termotolerantes, utilizou-se a Técnica dos Tubos Múltiplos em série de três tubos, de acordo com a metodologia empregada pela FUNASA (BRASIL, 2013). A técnica consiste em três testes: o presuntivo, o confirmativo para coliformes totais e E.C (confirmativo para coliforme termotolerantes). Com os resultados dos três testes é possível determinar a densidade dos coliformes totais e termotolerantes presentes nas amostras, que são expressas em NMP/100 mL, ou seja, Número Mais Provável de coliformes em 100 ml de amostra.

## 2.4 Pesquisa de *Escherichia coli* e outras enterobactérias

As amostras positivas no EC foram transferidas para Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), incubadas a 37°C por 24 horas e foram transferidas para Ágar Padrão para Contagem (PCA) e incubadas a 37 °C por 24 h. Para a confirmação de *E. coli* e outras bactérias pertencentes a família Enterobacteriaceae foram realizados testes

bioquímicos a partir das colônias crescidas no PCA. Os testes bioquímicos realizados foram o teste do citrato, o Ágar Triplice Sugar Iron (TSI), Indol, Voges-Proskauer e Vermelho de metila. O teste do Indol foi realizado a partir do Caldo Triptona de Soja (TSB) acrescido do reagente de Kovacs para visualização do anel vermelho na borda do caldo.

## 2.5 Antibiograma

As amostras identificadas com bases nos testes bioquímicos empregados foram submetidas a teste de sensibilidade a antimicrobianos de acordo com a metodologia empregada pelo Manual Clinical and Laboratory Standards Institute – CLSI (CLSI, 2017). Com um auxílio de uma alça de platina, as colônias foram suspensas em solução salina estéril a 0,9% para a obtenção de uma turvação compatível com a escala de grau 0,5 da escala de MacFaland. Após isso, um swab estéril foi embebido na suspensão bacteriana e semeado no meio padrão para realização do antibiograma, Agar Mueller Hinton. Aguardou-se 10 minutos para a superfície do ágar secar e com um auxílio de uma pinça colocou-se os discos contendo os respectivos antibióticos: ampicilina-sulbactam, amoxicilina-ácido clavulânico, Aztreonam, Cefoxitina, Colistina, Ciprofloxacina e Meropenem. Posteriormente, as amostras foram incubadas em estufa bacteriológica a 37°C por 16h a 24h para em seguida ser realizada a medição dos halos de inibição. Como o documento do CLSI não contém a interpretação para colistina, a determinação do diâmetro do halo de inibição do disco seguiu o parâmetro utilizado por Gales, Reis e Jones (2001).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho observou-se o crescimento de bactérias heterotróficas apenas em 9 amostras (33,33%) de um total de 27. Em todas as 9 amostras detectou-se mais de 500 UFC/mL. Esse resultado não se apresenta como insatisfatório perante à legislação vigente. Domingues et al (2007) observou resultados similares ao analisar a qualidade microbiológica da caixa d'água na cidade de Santa Maria, onde de um total de 22 amostras, 10 (44,45%) apresentaram o crescimento de mais de 500 UFC/mL.

Como observado na figura 1, o total de amostras positivas para as 27 coletas realizadas foram de 17 amostras (62,96%). Destas 17 amostras, 13 (76,47%) eram provenientes de bebedouros, o que constata um altíssimo grau de contaminação da água ingerida pelas crianças que estão expostas a enteropatógenos diariamente ao ingerirem dessa água contaminada. Apenas 4 amostras (23,57%), oriundas das torneiras das cozinhas, apresentaram-se positivas para a presença de coliformes. Entretanto, 1 amostra apresentou contaminação por coliformes totais e as outras 3 amostras apresentaram tanto contaminação por coliformes totais como fecais. É

importante frisar que essas 4 amostras das torneiras das cozinhas eram abastecidas pela água de reservatório próprio (caixa d'água), o que aponta para uma má higienização do reservatório.

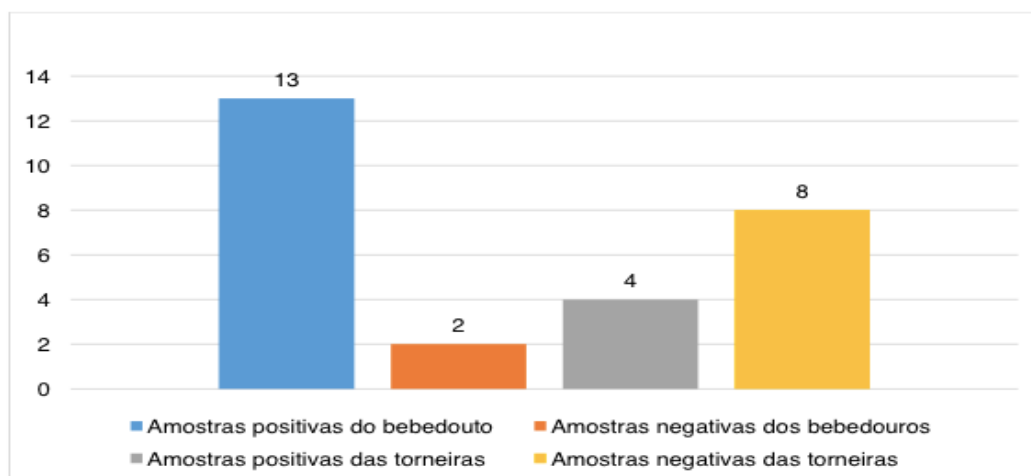


Figura 1: Total de amostras positivas e negativas para coliformes totais e termotolerantes coletadas, em relação ao local de coleta nas creches municipais da cidade de Patos-PB durante o período de setembro a dezembro de 2017.

Fonte: Autores, 2019.

De acordo com o anexo 1 da Portaria de consolidação N° 5, de 28 de SETEMBRO de 2017, todas as amostras apresentam-se em conformidade com o padrão microbiológico da água para consumo humano, uma vez que não se isolou *E.coli* em nenhuma amostra coletada; entretanto, a ausência de *E. coli* das amostras não deveria ser o único padrão, uma vez que outras enterobactérias também estão presentes na água (MADIGAN *et al.*, 2016). Das 27 amostras analisadas, 10 amostras (37,04%) apresentaram ausência total de contaminação. Destas 10 amostras, 8 (80,00%) eram provenientes de torneiras, o que demonstra uma ótima qualidade da rede de distribuição de água na cidade de Patos-PB. Apenas 2 amostras (20,00%) que apresentaram negatividade total para qualquer contaminação eram provenientes de bebedouros, resultado esse preocupante, já que, ao analisar todas as amostras pertencentes aos bebedouros utilizados para consumo das crianças, 13 (86,67%) dessas amostras apresentavam contaminação por microrganismos pertencentes ao grupo dos coliformes, expondo as crianças, diariamente, a possíveis patógenos infecciosos.

N°/ Local da amostra	Coliformes totais em NMP/mL	Coliformes termotolerantes em NMP/mL
A5 – Bebedouro	$4,8 \times 10^3$ NMP/mL	$1,5 \times 10^2$ NMP/mL
A10 – Bebedouro	$2,1 \times 10^2$ NMP/mL	$2,1 \times 10^2$ NMP/mL
A12 – Bebedouro	$1,3 \times 10^3$ NMP/mL	$1,3 \times 10^3$ NMP/mL
A14 – Bebedouro	$4,6 \times 10^2$ NMP/mL	$4,6 \times 10^2$ NMP/mL
A17 – Bebedouro	$1,2 \times 10^2$ NMP/mL	$1,2 \times 10^2$ NMP/mL

A18 – Bebedouro	2,2 x 10 <sup>4</sup> NMP/mL	4,8 x 10 <sup>4</sup> NMP/mL
A19 – Bebedouro	1,2 x 10 <sup>2</sup> NMP/mL	1,2 x 10 <sup>2</sup> NMP/mL
A20 – Bebedouro	1,3 x 10 <sup>3</sup> NMP/mL	1,3 x 10 <sup>3</sup> NMP/mL
A21 – Bebedouro	2,2 x 10 <sup>5</sup> NMP/mL	2,2 x 10 <sup>5</sup> NMP/mL
A23 – Bebedouro	4,8 x 10 <sup>5</sup> NMP/mL	2,2 x 10 <sup>5</sup> NMP/mL
A25 – Bebedouro	4,8 x 10 <sup>3</sup> NMP/mL	4,8 x 10 <sup>3</sup> NMP/mL
A27 – Bebedouro	4,8 x 10 <sup>4</sup> NMP/mL	4,8 x 10 <sup>4</sup> NMP/mL
A29 – Bebedouro	4,8 x 10 <sup>4</sup> NMP/mL	2,2x 10 <sup>4</sup> NMP/mL
A9 – Cozinha	2,1 x 10 <sup>2</sup> NMP/mL	2,1 x 10 <sup>2</sup> NMP/mL
A13 – Cozinha	20 NMP/mL	0
A26 – Cozinha	36 NMP/mL	36 NMP/mL
A28 – Cozinha	36 NMP/mL	36 NMP/mL

Tabela 1: Resultado em Número Mais Provável/mL das amostras positivas para coliformes totais e para coliformes termotolerantes, das amostras de água coletadas das creches publicas do municipio de Patos-PB, no período de setembro a dezembro de 2017.

Fonte: Autores, 2019.

Das 17 amostras que se apresentaram positivas para coliformes totais, todas estão de acordo com o anexo 1 Portaria de colsolidação N° 5, de 28 de SETEMBRO de 2017, caracterizando-se como resultado satisfatório para a presença de coliformes totais. Quanto aos resultados para coliformes termotolerantes, apenas 1 amostra (5,88%) apresentou-se negativa, enquanto 16 amostras (94,12%) apresentaram NMP/mL para coliformes termotolerantes que variaram de 36 NMP/mL a 2,2 x 10<sup>5</sup> NMP/mL. Mesmo que 94,12% das amostras tenham apresentado a presença de coliformes termotolerantes, não foi possível identificar *Escherichia coli* no presente estudo. Portanto, ainda que a presença de coliformes termotolerantes tenha sido observada, a legislação preconiza como único indicador de contaminação fecal a presença de *E. coli*. Uma vez que esse microrganismo não tenha sido isolado, as amostras apresentam-se satisfatórias. Entretanto, existe, além de *E. coli*, outras bactérias enteropatogênicas responsáveis por diversas infecções gastrointestinais.

Macanham e Hardoim (2016), ao avaliarem a qualidade da água em duas escolas públicas, apontaram que 77,78% das amostras das torneiras das cozinhas e 55,56% das amostras dos bebedouros apresentaram contaminação por coliformes totais. Brilhante et al. (2016) também encontraram resultados insatisfatórios ao analisar a água de bebedouros em duas escolas públicas da cidade de Coremas-PB, onde todas as amostras apresentaram a presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, indicando contaminação fecal direta. Araújo et al. (2017) obtiveram resultados similares ao analisarem amostras de água provenientes de reservatórios, onde observou-se uma prevalência de 50,00% de contaminação por coliformes termotolerantes nos reservatórios da cidade de Mãe-D'água- PB. Quanto à presença de *E. coli*, o presente trabalho apresenta um resultado distinto, quando comparado aos trabalhos de Macanham e Hardoim (2016) e Araújo et al. (2017), por não ter sido identificado *E. coli* em nenhuma amostra. O presente trabalho também apresenta uma certa disparidade

com o trabalho realizado por Conde et al. (2017) uma vez que o autor, ao analisar a água do bebedouro em 8 escolas diferentes, observou a ausência de qualquer tipo de contaminação microbiológica nesses estabelecimentos.

Rocha et al. (2011), ao analisarem amostras de água de cozinhas ou cantinas de escolas no município de Teixeira de Freitas-BA, observaram a presença de coliformes totais em 6,25% das amostras e coliformes termotolerantes em 10,00% das mesmas; outro resultado semelhante foi que o autor não observou a presença de *E. coli* em suas amostras, no entanto, identificaram outras enterobactérias como: *Klebsiella sp*, *Serratia sp* e *Shigella sp*. Morato e Almeida (2016), ao analisarem a qualidade da água de uma escola na cidade de Jericó-PB, constataram que 100% das amostras apresentavam-se impróprias para o consumo devido a presença de *E. coli*. Em comparação ao presente estudo e aos citados anteriormente, Cruz; Cruz & Resende (2009) observaram que todas as amostras obtidas de creches da rede pública de Gama-DF apresentavam resultado satisfatório quanto à condição higiênico-sanitária da água destinada para crianças.

Quando avaliada quanto a presença de cepas de outros gêneros das enterobactérias, a tabela 2 apresenta os gêneros e a incidência dos mesmos nas amostras de água coletadas.

Gênero	Bactérias isoladas	Índice (%)
Klebsiella	29	25,00
Enterobacter	22	18,97
Serratia	19	16,39
Shimwellia	4	3,45
Edwadiella	3	2,59
Hafnia	1	0,86
Proteus	1	0,86
Salmonella	1	0,86
Citrobacter	1	0,86
Não identificadas	35	30,17
Total	116	100

Tabela 2: Gêneros de Enterobactérias e incidência isoladas de amostras de água destinada para o consumo humano coletadas das creches públicas do município de Patos-PB, no período de setembro a dezembro de 2017.

Fonte: Autores, 2019.

Na tabela 2 é possível observar uma grande incidência de *Klebsiella spp*.



nas amostras isoladas, onde de 116 amostras, 29 (25,00%) delas apresentavam contaminação por *Klebsiella spp* sendo o gênero mais representativo no presente trabalho. Outros gêneros que se apresentaram bastante expressivos foram *Enterobacter* e *Serratia*, com representatividade de 18,96% e 16,38%, respectivamente. Outro dado importante, foi a presença de *Salmonella spp*, em 1 amostra (0,86%). Trinta e cinco amostras (30,17%) não puderam ser identificadas, uma vez que a quantidade de testes bioquímicos não foi o suficiente para indicar a qual gênero pertenciam. Os resultados expressos na tabela 2 ressalta a necessidade de um monitoramento quanto à presença de outras bactérias da família *Enterobacteriaceae*, uma vez que não só *E. coli* é capaz de acarretar infecções gastrointestinais. Entretanto, é possível observar uma escassez de pesquisas de outras enterobactérias na água destinada para consumo humano já que as análises visam, apenas, à detecção de *E. coli*.

Barcelos *et al.* (2016), ao analisarem a qualidade da água de poços tubulares, encontram uma prevalência de bactérias pertencentes ao gênero *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Serratia*, resultado similar ao obtido no presente estudo. Souza *et al.* (2017), ao analisarem a água do município de Meruoca-CE, constataram, além da presença de *E. coli*, uma expressiva quantidade de *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes* e *Serratia liquefaciens*. Pongeluppe *et al.* (2009), analisando a presença de coliformes totais e termotolerantes em uma instituição de ensino, não constataram a presença de *E. Coli.*; entretanto, foi possível identificar *Klebsiella oxytoca* e *Citrobacter freundii* das amostras submetidas aos testes bioquímicos. A identificação dessas bactérias é de grande importância uma vez que estão associadas a uma crescente taxa de infecções do trato urinário em ambientes hospitalares além do aumento nos índices de resistência a antimicrobianos como *Klebsiella pneumoniae KPC* e *Enterobacter cloacae* produtores de ESBL.

O gráfico 2 apresenta a resistência a pelo menos um antimicrobiano das espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Serratia* que foram os gêneros mais expressivos no presente trabalho. É importante salientar que há uma carência de trabalhos que visem avaliar a resistência a antimicrobianos em água destinada para o consumo humano, ainda mais, de outras espécies de enterobactérias que não sejam *E. coli*. É possível observar também que *Serratia* apresentou-se como o gênero em que a resistência aos antimicrobianos testados foi mais comum em que 63,16% das amostras apresentaram resistência para ao menos um antibiótico.

Observou-se que Ciprofloxacina e Meropenem foram os únicos antibióticos testados em que nenhuma bactéria dos gêneros estudados apresentaram resistência. Esse resultado apresenta equivalência quando comparado à pesquisa realizada por Correia (2014), em que analisando a presença de bactérias coliformes e *Escherichia coli* resistentes a antibióticos, observou que era preciso concentrações superiores a 150 mg/L de ciprofloxacina para eliminar completamente as bactérias coliformes e *E. coli*.

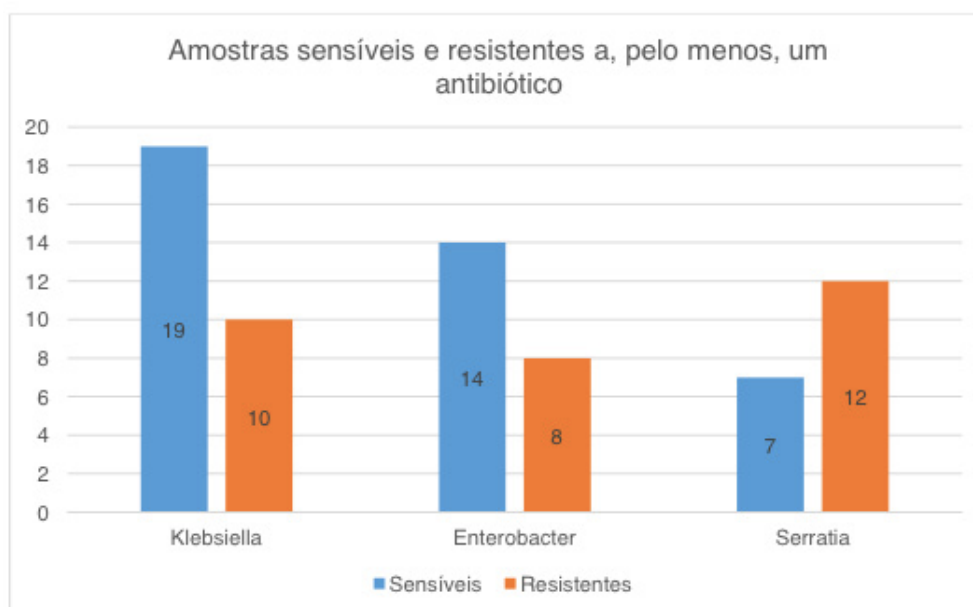


Gráfico 2: Total de amostras que se apresentaram sensíveis aos antibióticos utilizados em relação as amostras que apresentaram resistência a pelo menos um antibiótico das amostras de água coletadas das creches públicas de Patos-PB.

Fonte: Autores, 2019.

## 4 | CONCLUSÕES

De acordo com a legislação vigente, a qualidade microbiológica d'água destinada ao consumo nas creches públicas de Patos-PB apresenta-se satisfatória de acordo com a legislação quanto a ausência de *E.coli*, uma vez que esse microrganismo não foi isolado em nenhuma amostra. Mesmo com o resultado de elevados índices para bactérias heterotróficas, coliformes totais e termotolerantes, a portaria de consolidação nº5 preconiza como ação a ser tomada apenas medidas corretivas.

É importante observar a presença de diversas bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae* nas amostras e que, apesar de não serem levadas em consideração pela legislação atual, essas bactérias podem causar graves infecções no trato gastrointestinal de crianças. Assim, faz-se necessário a utilização, não apenas de *E. coli* como parâmetro de avaliação qualidade d'água, mas a de outras enterobactérias.

Quanto à resistência a antimicrobianos, 30 bactérias apresentaram resistência a pelo menos um antibiótico. Nesse sentido, julga-se necessário uma avaliação mais apurada da presença de bactérias resistentes na água destinada para o consumo humano. A constante realização de antibiograma das bactérias presentes na água destinada para o consumo humano contribuiria de maneira eficaz para a prevenção de possíveis infecções por bactérias multirresistentes a antibióticos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água / Fundação Nacional**

**de Saúde** – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p. disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf)>. acesso em: 10 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html)>. Acesso em: 09 de fev. 2018.

BRILHANTE, S. C.; SANTOS, E. A.; MARTINS, S.; MARIA, C.; LEITE, F. **Microbiological analysis and troughs of water physic-chemical used in public schools in the city of Coremas-PB**. INTESA – Informativo Técnico do Semiárido(Pombal-PB), v. 10, n. 1, p. 05–08, 2016. Disponível em: <<http://gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/4030/3576>>.

CLSI (Clinical and Laboratory Standards Institute). **European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing**. M100-S26. p. 84-86, 2017

CONDE, T. T.; STACHIW, R.; SILVA, T. D. P. DA; BAY, M.; CODOGNOTO, L. DA C. **Análise da qualidade da água em escolas estaduais localizadas no município de Ariquemes – RO**. Revista Brasileira de Análises Clínicas (RBAC), v. 6, n. 1, p. 01–07, 2017. Disponível em: <<http://www.periodicos.unir.br/index.php/rolimdemoura/article/view/2705/2066>>.

CORREIA, A. M. G. G. **Presença de Bactérias coliformes e Escherichia coli resistentes aos antibióticos Ciprofloxacina e Estreptomicina em água natural**. 2014. 72p. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em Mestrado Integrado Engenharia Química.

CRUZ, J. B. F.; CRUZ, A. M. S; RESENDE, A. **Análise microbiológica da água consumida em estabelecimentos da educação infantil da rede pública do Gama, DF**. Saúde e Biol, v. 4, n. 1, p. 21–23, 2009. Disponível em: <<http://revista.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios2/article/view/138/233>>. acesso em 16 fev. 2018.

ESPIRITO, F.; MONTAIN, S.; BRAZIL, R.; et al. **Research of antibiotic resistance, present in enterobacteriaceae isolated in groundwater wells from espirito santo montain region (brazil). Águas Subterrâneas**, v. 30, n. 1, p. 53–61, 2016. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28583>>. .

EZEH, O. K.; AGHO, K. E.; DIBLEY, M. J.; HALL, J.; PAGE, A. N. **The Impact of Water and Sanitation on Childhood Mortality in Nigeria : Evidence from Demographic and Health Surveys , 2003 – 2013**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 11, p. 9256–9272, 2014

GALES, A. N. A. C.; REIS, A. O.; JONES, R. N. **Contemporary Assessment of Antimicrobial Susceptibility Testing Methods for Polymyxin B and Colistin** : Review of Available Interpretative Criteria and Quality Control Guidelines. , v. 39, n. 1, p. 183–190, 2001.

LEITE, A. M. O.; FRANCO, R. M. **Coliformes totais e Escherichia coli em coxas de frango comercializados no Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 13, n. 2, p. 80–83, 2006. disponível em: <<http://revistas.bvs-vet.org.br/rbcv/article/view/5306>>. Acesso em: 16/02/2018.

MACANHAM, D. C; HARDOIM, E. L. **Qualidade da água de duas escolas públicas da bacia hidrográfica do rio cuiabá, várzea grande, MT**. Biodiversidade, v. 15, n. 3, p. 54–67, 2016. disponível em: < <http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/4269/2939>>. acesso em 17 fev. 2018.

MEIRA, I. A. ; SILVA, T. C.; FORTUNA, J. L. **Search coliforms in water of kitchens and drinker of day care center in the municipal educational of teixeira de Freitas-ba. I congresso brasileiro de microbiologia agropecuária, agrícola e ambiental (cbmaaa)**, v. 8, p. 1–9, 2016. disponível em: < <http://www.citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/viewFile/830/pdf>>. asseso em: 10/02/2018.

MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016.

MORATO, C. B. A.; ALMEIDA, T. **A Qualidade da água em uma escola municipal do alto sertão paraibano**. *Temas em saúde*, v. 16, n. 3, p. 173–190, 2016. Disponível em: <<http://temasemsaude.com/wp-content/uploads/2016/09/16311.pdf>>. acesso em 17 fev. 2018.

OLIVEIRA, D. V. **Análise e caracterização de isolados ambientais da família Enterobacteriaceae quanto à presença de genes de resistência a  $\beta$ - lactâmicos**. 2016. 58 p. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul - Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/157914>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

PONGELUPPE, T. A.; OLIVEIRA, D. B.; SILVA, E. A.; et al. **RESEARCH OF TOTAL AND FECAL COLIFORMS IN DRINKING FOUNTAINS LOCATED IN AN INSTITUTION OF TEACHING OF GUARULHOS CITY**. *Revista saúde*, v. 3, n. 2, p. 5–9, 2009.

ROCHA, E. S.; ROSICO, F. S.; SILVA, F. L.; LUZA, T. C. S. DA; FORTUNAB, J. L. **Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das instituições de ensino do município de Teixeira de Freitas (BA)**. *Revista Baiana de Saúde Pública*, v. 34, n. 3, p. 694–705, 2011. Disponível em: <<http://files.bvs.br/upload/S/0100-0233/2010/v34n3/a1871.pdf>>. .

SALES, W. B. et al. **Avaliação microbiológica da carne de frango**. *Cadernos da Escola de Saúde*, v. 12, p. 40–49, 2014. disponível em: < <http://revistas.unibrasil.com.br/cadernossaude/index.php/saude/article/view/193/188> >. acesso em: 16/02/2018.

SOUZA, F. F. P. DE; NEVES, A. M.; COUTINHO, M. G. S.; SILVA, A. S.; FONTENELLE, R. O. DOS S. **Avaliação microbiológica da água do açude Sabiá do município de Meruoca – CE**. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 15, n. 1, p. 299–308, 2017. Disponível em: <[http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2868/pdf\\_636](http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/2868/pdf_636)>.

SOUZA, C. A. B.; Oliveira, E. L.; Avelino, M. B., Rodrigues, R. C. D., Rodrigues, M. P., Ferreira, M. ã. F.; Medeiros, W. R. **Qualidade da Água Consumida em Unidades de Educação Infantil no Município de Mossoró-RN**. *Revista Ciiência Plural*, 1(2), 57–67, 2015. disponível em: < <https://periodicos.ufrn.br/rcp/article/view/7615> >. acesso em: 18/02/2018.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.452 p. Disponível em:<[http://books.google.com.br/books?id=1pxhLVxVFHoC&pg=PA107&dq=coliformes+fecais+e+totais&hl=pt-BR&ei=fwDBToWTB1bk0QG-2qjGBA&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=1&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q=coliformes%20fecais%20e%20totais&f=false](http://books.google.com.br/books?id=1pxhLVxVFHoC&pg=PA107&dq=coliformes+fecais+e+totais&hl=pt-BR&ei=fwDBToWTB1bk0QG-2qjGBA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q=coliformes%20fecais%20e%20totais&f=false)>. Acesso em: 13 fev. 2018.

YAMANAKA, E. H. U. **Incidência, factores de virulência e resistência a antibióticos de E.Coli e Enterococcus isolados como indicadores de contaminação fecal em água de consumo de fontes alternativas de Curitiba e região metropolitana**. *Journal of Chemical Information and Modeling*, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013

WALKER, C. L. F.; RUDAN, I.; LIU, L.; NAIR, H.; THEODORATOU, E.; BHUTTA, Z. A.; O'BRIEN, K. L.; CAMPBELL, H.; BLACK, R. E. **Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea**. *The Lancet*. 2013 ; Vol. 381, No. 9875. pp. 1405-1416. disponível em: <[http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(13\)60222-6/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(13)60222-6/fulltext)> acesso em 20/02/2018.

## ECOLOGY IN THE SCHOOLYARD: FEATHERED VISITORS

### **Agüero Nicolás Facundo**

Instituto San José 0601  
Eldorado - Misiones, Argentina

### **Benítez Adriana Carla**

Instituto San José 0601  
Eldorado - Misiones, Argentina

### **Moschner Lara María**

Instituto San José 0601  
Eldorado - Misiones, Argentina

### **Nuñez Gisell Romina**

Instituto San José 0601 – Facultad de Ciencias  
Forestales U.Na.M  
Eldorado – Misiones, Argentina

### **Varela Franco Martín**

Instituto San José 0601  
Eldorado – Misiones, Argentina

approximately 50% of all the bird wildlife in the country. This data encouraged us to carry out this research monitoring the species of birds that visit the Institute during the morning. The objective of the study was to identify all the species of birds that visited the schoolyards. In addition, it was sought to identify the preference of birds in terms of feeding, rest and others, ie whether they are inclined to gymnosperms (*Gymnospermae*) or angiosperms (*Angiospermae*). For this investigation, the method of scientific inquiry was used instead of the classic scientific method to be able to carry out a more simple investigation of understanding for students of medium level and for the public.

**KEYWORDS:** Biodiversity - Education - Scientific Inquiry

### ECOLOGIA NO PÁTIO DA ESCOLA:

#### VISITANTES EMPLUMADOS

**ABSTRACT:** It is known that birds, as flying species, tend to settle on tree branches, for food, shelter or to build their nests. The intensity of activity varies depending on the hours of the day, being during the morning the moment of greater activity. Its tendency to rest on trees also depends on the type of tree: as if it were implanted, native, fruity, floral, etcetera. The province of Misiones, Argentina has

### 1 | INTRODUCTION

This research studied the variety and abundance of the different species of birds that visit the courtyards of the San José Institute of the Province of Misiones Argentina, and identified their preferences between gymnosperms (*Gymnospermae*) or angiosperm (*Angiospermae*) trees.

This project began with a research question: "In the course of 5 days during 2017 September (25/09/17 to 29/09/17) on the



premises of the San José Institute. How do bird identities and the number of visits made in the front courtyard where gymnosperms predominate and the rear courtyard where angiosperms predominate vary during morning hours (from 7:30 to 8:20)? "

The working hypothesis was that the relative and specific abundance of birds would be greater in the courtyard where the tree group is composed of angiosperms (*Angiospermae*) and this is due to the presence of fruits.

The reason for carrying out this project was that there are not too many studies related to the avifauna that inhabits the province, and due to the fact that in the premises of the institute there is a large number of birds that visit the institute. Considering the materials to be used, the project was considered viable to carry out and obtain data about the relative and specific abundance, to identify the different types of guilds, the arboreal preference, among others.

According to the research methodology used at "Scientific Inquiry Cycle" proposed by Peter Feinsinger, research in the schoolyard does not need to require highly complex equipment, not even a laboratory. Following this criterion, simple elements such as a notebook, pencil, camera, binoculars and bibliography were used (Arango N., M. E. Chaves and P. Feinsinger; (2009)

## 2 | THEORETICAL FRAMEWORK

The methodological proposal of the Inquiry Cycle had its origins in the mid 80's by the hand of Dr. Peter Feinsinger, recognized ecologist, whose work focuses on training biologists, teachers, staff of conservation areas and people from indigenous and peasant organizations in methodologies of research and experimental design. Its strong point is to accompany learning processes of the "Inquiry Cycle" which is a scientific method accessible to anyone, regardless of their academic background and which allows to solve unknown questions in the area of natural sciences as well as in other areas.

Indeed, the Inquiry Cycle is a research methodology that not only serves professional scientists as a rigorous and realistic alternative (Feinsinger 2013, 2014, Feinsinger and Ventosa Rodríguez 2014) but also facilitates and strengthens true scientific inquiry, undertaken by others who do not normally think (or do not want) to be scientists. It is a methodological proposal of rigorous and "friendly" research, ideal to be applied in the school context (Arango et al., 2009). The cycle of inquiry is based on 17 steps, of which there are three basic components: The observation of a phenomenon, which leads to the 1) formulation of a question about it, 2) the necessary action to solve that question and 3) the reflections that lead to answer the question and generate new questions to continue expanding the spiral of knowledge from a particular event. Among the advantages of working with the inquiry cycle is that it is a dynamic and simple tool, where those who use it are protagonists. Learning through contact with the object of study and first-hand experience is valued as a way of achieving significant learning.

With the mediation of the teachers, the objective is to generate in the students attitudes of conservation and respect for their environment, through investigations that allow them to study, understand, analyze and reflect on ecological processes and the effects that emanate from direct coexistence with their natural environment, as well as to resolve their curiosity with a sense of the wider environment (Vidal 2010). It is a proposal that according to Cassavechia y Troncoso (2005) promotes, in the learning process, teamwork and autonomy in both teachers and students and that is based on the constructivist and cognitive social pedagogical posture.

This tool is used by hundreds of people, and has stable working groups in 14 Latin American countries, including Argentina and its neighboring both for basic and applied research. In Chile, specially, this tool has been incorporated in some scientific academies and is part of the postgraduate curriculum. In Argentina, its greatest deployment is in teaching at the intermediate and primary levels. However, there are multiple experiences at the initial and tertiary levels.

In the schools within the primary and secondary education system of our region, uncreative and highly behavioral educational activities are usually observed, where the transmission of content prevails over the understanding of the process inherent to the subject. If, during the educational cycle, students are empowered with these attitudes: curiosity, rigor, honesty and humility, through the use of simple and creative inquiries, we will have effectively contributed elements that generate changes in our society.

This proposal for work and research arises fundamentally to use the cycle of inquiry as a tool for learning the natural sciences under an alternative different to that proposed by the current educational system (Peter Feinsinger, 2003).

According to the data provided by the book AICAs (2007) the province of Misiones possesses approximately 550 species of birds, that is to say, a little more than 50% of the total number considered for Argentina. This percentage includes some species exclusive of the province, 120 species, and of this total, 38 species are under threat. As AICAs well mentions in their book (2007), birds are little researched, even when their biological diversity is wide, little effort is made in their research. In this sense, considering this information, this work focused, first, on knowing which of these species visit the institute, which is their preference in terms of tree species and how abundant they are in this place. Using the research methodology of the Investigation Cycle, previously explained, the adventure began.

### **3 | MATERIALS AND METHODS**

The present investigation was carried out in the schoolyard, using as research methodology the “Inquiry Cycle” to answer the following question: “How do the richness and abundance of birds that visit the front yard of the Institute (with predominance of Gymnosperms) and the back yard (with predominance of Angiosperms) vary during the

morning hours (from 7:30 to 8:20)?”

The research rigorously implemented the three steps of the Inquiry Cycle: Question, Action (research design and implementation) and Reflection (analysis of results). Simple and accessible materials, such as binoculars, *Guía de Identificación de Aves de Argentina y Uruguay* by Tito Naroski - Daniel Izurieta (2010), bird songs engraved on cell phones for recognition were used.

### Equipment

- Precise visual extension (PVP, binocular)
- Meticulous bird watchers (OMAs, by its acronym in Spanish)
- Sophisticated data collection tools (USTD [by its acronym in Spanish], pencil and notebook)
- Technological device for remote imaging (DTTID [by its acronym in Spanish], camera)
- Bibliography (Naroski, T. – Izurieta, I. (2010)

### Procedure

- I. Division of the work team into two groups. One in the front yard (*Gymnospermae* tree group) and one in the back yard (*Angiospermae* tree group).
- II. The OMAs (observers) were positioned at 3 specific sampling points
- III. The PVP (binoculars) was used for the closest observation of the birds. It was enhanced to identify the species and its activity.
- IV. Each type of bird species was identified and the number of individuals that visit each of the yards were quantified, by means of the OMAs, during the lapse of one hour. (It should be taken into account that the same bird can visit more than once the same environment during this lapse).
- V. The data obtained with the USTD (pencil and notebook) was recorded.
- VI. The observation was repeated over the course of the 5 days in the same time and space.

Other interesting and/or relevant observations on the behaviour of the birds was noted.

## 4 | RESULTS

A total of 388 were recorded during the 5 days of sampling, in both environments. The same belong to 17 different families and 34 species between both yards. Of these 34 species, 17 were common in both areas.

In the previous courtyard (*Gymnospermae* tree group) 28 different species of birds

could be seen, and a total of 217 individuals. Eleven species have also been sighted and recorded with a clear preference for this previous courtyard (*Gymnospermae* tree group); they are described in the following table:

Tordo renegrido ( <i>Molothrus bomaroensis</i> )
Chingolo ( <i>Zonotrichia capensis</i> )
Calandria grande ( <i>Mimus saturninus</i> )
Golondrina doméstica ( <i>Progne chalybea</i> )
Paloma doméstica ( <i>Columba livia</i> )
Celestino común ( <i>Thraupis sayaca</i> )
Carpintero arcoíris ( <i>Melanerpes flavifrons</i> )
Milano plumizo ( <i>Ictinia plumbea</i> )
Pirincho ( <i>Guiraca guiraca</i> )
Tucán pico verde ( <i>Ramphastos dicolorus</i> )
Naranjero ( <i>Pipraeidea bonariensis</i> )

At the same time, in the posterior environment (*Angiospermae* tree group) 26 different species and a total of 171 individuals could be sighted in the 5 days of sampling. A clear preference of 10 species for this environment with predominant angiosperms was observed. These are described in the following table:

Hornero ( <i>Furnarius rufus</i> )
Benteveo rayado ( <i>Myiodynastes mawlatus</i> )
Tero común ( <i>Vanellus chilensis</i> )
Surirí real ( <i>Tyrannus melancholicus</i> )
Yerutí común ( <i>Leptotila verreauxi</i> )
Urraca común ( <i>Pica pica</i> )
Cotorra ( <i>Myiopsitta monachus</i> )
Arasarí fajado ( <i>Pteroglossus castanatis</i> )
Chiflón ( <i>Syrigma sibilatrix</i> )
Anó chico ( <i>Crotaphaga ani</i> )

The most abundant species in both sampling areas were:

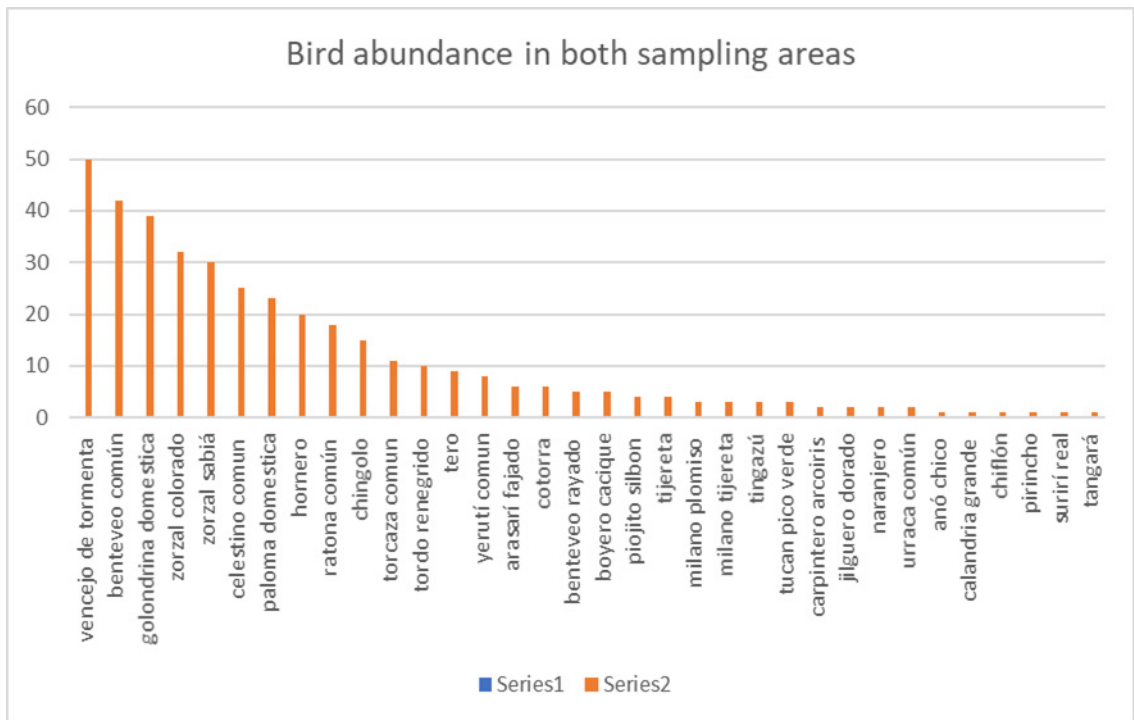
- Vencejo de tormenta: 50 (number of individuals) / 12.88 (relative abundance in a total of 388 individuals)
- Benteveo común: 42/10.82
- Zorzal colorado: 32/8.24
- Zorzal sabiá :30/7.73
- Celestino común :25/6.44
- Paloma doméstica: 23/5.92
- Hornero: 20/5.15
- Ratona común: 18/4.63

- Chingolo: 15/3.86
- Torcaza común: 11/2.83

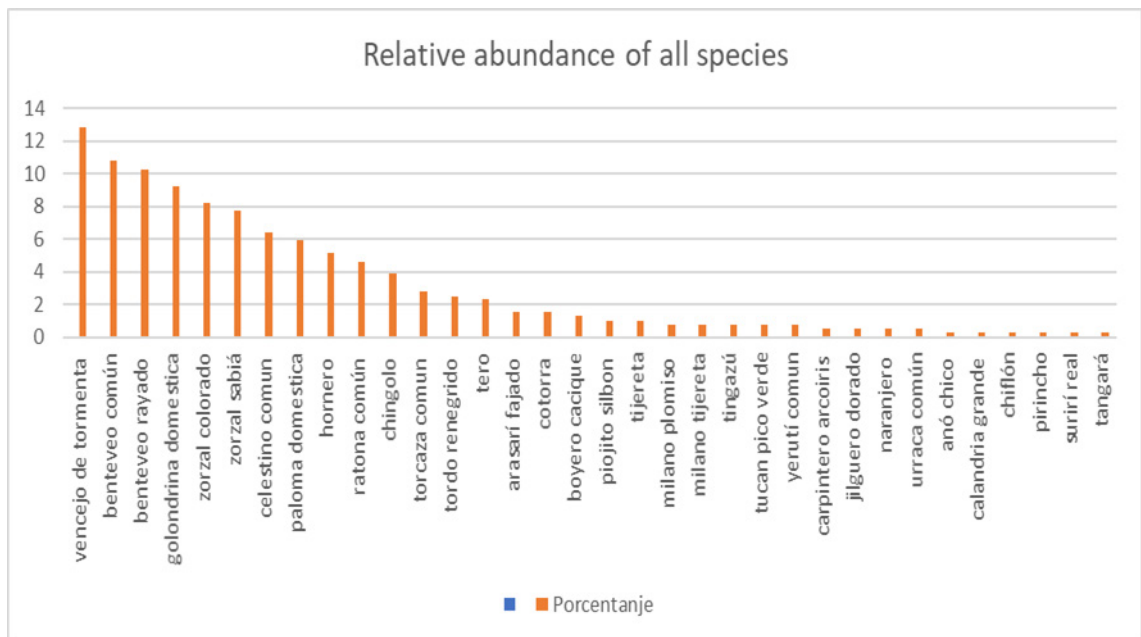
The following table presents all recorded species with their respective quantities and individuals. This table shows the data recorded between the two environments:

General table	
Species (common name)	Number of individuals
Anó chico	1
Arasari fajado	6
Benteveo común	42
Benteveo rayado	5
Boyero cacique	5
Calandria grande	1
Carpintero arcoíris	2
Celestino común	25
Chiflón	1
Chingolo	15
Cotorra	6
golondrina domestica	39
Hornero	20
Jilguero dorado	2
Milano plumizo	3
Milano tijereta	3
Naranjero	2
Paloma domestica	23
Piojito silbón	4
Pirincho	1
Ratona común	18
Surirí real	1
Tangará	1
Tero	9
Tijereta	4
Tingazú	3
Torcaza común	11
Tordo renegrado	10
Tucán pico verde	3
Urraca común	2
Vencejo de tormenta	50
Yerutí común	8
Zorzal colorado	32
Zorzal sabiá	30





In the graph, it can be seen that the **vencejo de tormenta** is the bird with predominance between the two environments.



In this graph it can be observed that the bird with the greatest relative abundance in the whole day of sampling was the Vencejo de tormenta.

## 5 | CONCLUSIONS

Depending on the results obtained, the answer to the question is that the birds preferred the previous environment (*Gymnospermae* tree group). This answer can be

justified because in the data obtained 28 different species were identified in the anterior courtyard; while one only 26 species could be identified in the posterior. At the same time it is also possible to identify more visits in the anterior environment than in the rear one. In the anterior courtyard, the most abundant family was the *Turdidae*, while in the rear it was the *Tyrannidae*, but the family most seen between the two environments was the *Turdidae*.

The most seen bird guild between the two patios was the insectivore.

Based on the results, we suggest to continue with the investigations, considering other variables: such as rainy periods, drought and different seasons of the year.

## 6 | DISCUSSION

This research allowed to widen the knowledge on the avifauna of the province of Misiones; thus being able to enrich both the scientific knowledge and that of the students of the city, and consequently that of its inhabitants.

Currently the teaching of conservation and its dissemination has become of utmost importance, because people do not usually give this discipline the necessary attention, and consequently the environment suffers our actions. A good way to start teaching conservation is to implement scientific research on ecology in schools.

As a result, new questions arose which are the end of an investigation, but in turn, the beginning of a new one. These were:

- How would this result vary in the different seasons of the year?
- How does human presence affect the outcome?
- How would the results vary if a forest were investigated?
- How much would the relative abundance go down if it were to be sampled in forest?

## REFERENCES

ARANGO N.; CHAVES M. E.; FEINSINGER P. **Principios y Práctica de la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela**. Santiago de Chile, Chile: Fundación Senda Darwin. 2009

CASSAVECHIA y TRONCOSO. **Relatos y experiencias de la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela (EEPE) en algunos países de América**. Santiago de Chile, Chile: LatinaRevista Ambiente y Desarrollo 21(2): 30-33. 2005

DI GIACOMO, A. S.; DE FRANCESCO M. V. y COCONIER E. G. Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina (AICAs). **Sitios Prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Temas de Naturaleza y Conservación 5:1-514. CDROM. Edición Revisada y Corregida. Aves Argentinas**. Buenos Aires: Asociación ornitológica del Plata, 2007

FEINSINGER, Peter. **El Diseño del Estudio de Campo para la conservación de la Biodiversidad**. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Editorial FAN, 2003

FEINSINGER, P, VENTOSA RODRÍGUEZ, I. **Suplemento decenal de actualización del texto “El**

**diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad”**. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Editorial FAN, Pp. 156. 2014

FEINSINGER, P, *et al.* **Investigación, conservación y los espacios protegidos de América latina: una historia incompleta**. Móstoles, Madrid: Ecosistemas, revista científica de ecología y medio ambiente. 2010

FEINSINGER, Peter. **Metodologías de investigación en ecología aplicada y básica: ¿cuál estoy siguiendo, y por qué?** Santiago de Chile: Revista Chilena de Historia Natural 86: 385-402, 2013

FEINSINGER, Peter. **Metodologías de investigación en ecología aplicada y básica en los “sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo” y mucho más allá: el Ciclo de Indagación**. Valdivia, Chile: BOSQUE 35(3): 449-457, DOI: 10.4067/S0717-92002014000300020. 2014

NAROSKI, T.; IZURIETA, I. **Guía de identificación de aves de Argentina y Uruguay**. Bs. As, Argentina: Vazquez Mazzini editores. 2010

VIDAL. **Guía Metodológica para la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela**. Quito, Ecuador: Proyecto Páramo Andino. 2010

## ANÁLISE DA FREQUÊNCIA RELATIVA DE TOXINAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE *ESCHERICHIA COLI* COLETADAS DE BEZERROS COM DIARREIA, DO RECÔNCAVO BAIANO

**Gabrielle Casaes Santana**

Universidade Estadual de Feira de Santana  
Feira de Santana – Bahia

**Bruna Mamona de Jesus**

Universidade Estadual de Feira de Santana  
Feira de Santana – Bahia

**Eddy José Francisco de Oliveira**

Universidade Estadual de Feira de Santana  
Feira de Santana – Bahia

**Claudio Roberto Nobrega Amorim**

Universidade Estadual de Feira de Santana  
Feira de Santana – Bahia

**RESUMO:** Colibacilose é a principal causa de morte entre bezerros recém-nascidos e no pós-desmame. *E. coli* Enterotoxigênica (ETEC), tem como característica a produção de duas enterotoxinas: a termolábil (LT) e a termoestável (ST). Foram isoladas 25 amostras de ETEC em fezes diarreicas. Para a identificação foram realizados dez testes bioquímicos. Os testes em ágar sangue não demonstraram a presença de amostras hemolíticas. A análise da eletroforese após a PCR indicou que todas as amostras apresentaram resultado positivo para a produção de LT-II. As bandas que se formaram na eletroforese indicam a presença do gene para produção da toxina LT-IIc, recentemente encontrado em bovinos. Estes resultados

sugerem que é necessário um estudo mais aprofundado e com uma amostragem maior para a identificação da prevalência das toxinas associadas à colibacilose bovina na região

**PALAVRAS-CHAVE:** colibacilose, toxina, *E. coli*

**ABSTRACT:** Colibacillosis is the leading cause of death among newborn and post-weaning calves. Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC), is characterized by the production of two enterotoxins: thermolabile (LT) and thermostable (ST). Twenty-five samples of ETEC were isolated from diarrheal stools. For the identification, ten biochemical tests were performed. Tests on blood agar did not demonstrate the presence of haemolytic samples. Analysis of electrophoresis after PCR indicated that all samples showed a positive result for LT-II production. The bands that formed in the electrophoresis indicate the presence of the gene for the production of LT-IIc toxin, recently found in cattle. These results suggest that a more in-depth and larger sampling is needed to identify the prevalence of toxins associated with bovine colibacillosis in the region

**KEYWORDS:** colibacillosis, toxin, *E. coli*

## 1 | INTRODUÇÃO

Pertencente à família Enterobacteriaceae, a *Escherichia coli* é uma bactéria anaeróbica facultativa e gram negativa. Essa espécie possui características bioquímicas importantes para sua individualização quando contrastado com outros microorganismos são, entre outras: a capacidade de fermentar a lactose, produzir indol e reduzir nitratos (AZOLA, 2016). A *E. coli* pode causar patologias a bovinos, suínos e ovinos, bem como a humanos. Limitada ao lúmen intestinal, a *E. coli* pode permanecer sem causar problemas ao indivíduo. Entretanto em casos de imunossupressão ou indivíduos debilitados, até mesmo cepas não patogênicas podem causar danos (STELLA, 2009).

Segundo NATARO & KAPER (1998), a *E. coli* pode ser classificada dentro de vários grupos, levando em consideração o conjunto gênico que caracteriza sua patogenicidade, são essas: ETEC (enterotoxigênica), EPEC (enteropatogênica) EAEC (enteroagregativa), DAEC (difusamente aderente), EHEC (enterohemorrágica), STEC (shigatoxigênica) e EIEC (enteroinvasiva). Para AZOLA (2016), a patogenicidade da *E. coli* se dá pela capacidade que a mesma possui de se instalar no organismo hospedeiro, colonizar-se e ali provocar alterações. Os fatores que contribuem para que isso aconteça são chamados de fatores de virulência. Segundo BRITO *et al* (2001), as toxinas de *E. coli* tais como: as enterotoxinas LT (termolábil) e ST (termoestável), o CNF (fator necrosante citotóxico) e a Toxina Shiga, são importantes fatores de virulência.

A *E. coli* Enterotoxigênica (ETEC), tem como característica principal a produção de duas enterotoxinas: a termolábil (LT) e a termoestável (ST). A LT, pode ainda dividir-se em LT-I e LT-II. Ao estimular as prostaglandinas, há uma indução a secreção de líquidos, fazendo com que a célula afetada secrete AMPc em grande quantidade. Esse aumento na produção de AMPc, faz com que as microvilosidades intestinais diminuam a absorção de sódio e excrete cloreto e bicarbonato. Assim, ocasiona o acúmulo de líquido no lúmen intestinal causando a diarreia (ALMEIDA, 2013; ANDRADE, 2013; SYDOW, 2005). A LT é uma proteína altamente imunogênica, com grande peso molecular e podem ser inativadas a 60°C em 15 minutos (AZOLA, 2016). A ST, também se subdivide em STa e STb. Ao ligar-se a seu receptor (guanilatociclase), induz a alta produção de GMPc. Esse aumento intracelular faz com que haja uma abertura dos canais de cloreto, assim, há a perda desse íon e água para a luz intestinal. Posteriormente, há uma diminuição na absorção de sódio e cloreto, feito pelas células das microvilosidades, mas ainda acontece a eliminação de íons cloreto para o lúmen. A toxina ST é uma proteína de baixo peso molecular e pouco imunogênica. Deixam de ser estáveis a 100°C durante 30 minutos. Vale ressaltar que ambas as enterotoxinas são encontradas em bovinos, porém não todos os subtipos, em bezerros encontrou-se, até hoje, apenas STa e LT-1 (AZOLA, 2016).

Para outros grupos de *E. coli*, existem outras toxinas importantes como fatores de virulência, como o CNF (Fator Necrosante Citotóxico), o “eae” e a toxina Shiga. O CNF pode se subdividir em CNF 1 e CNF 2, segundo SYDOW (2005), o CNF 1 atua alterando



a organização da actina e tubulina do citoesqueleto da célula afetada, culminando na diminuição das microvilosidades das células do epitélio. Para CORREA (2012) e STELLA (2009), o fator eae é um gene que regula a intimida, uma proteína essencial no processo que leva a adesão da bactéria com a célula epitelial e produz uma lesão do tipo: “Attaching and effacing” que leva ao desaparecimento das microvilosidades do epitélio intestinal. A toxina Shiga, que se divide em: Stx1 e Stx2, são codificadas por bacteriófagos e é uma citotoxina muito potente, que provocam danos às células endoteliais, podendo causar diarreia com ou sem sangue. (CORRÊA, 2012; ALMEIDA, 2013).

Hoje tem-se muito bem disseminado na literatura que as características de virulência são codificadas por genes plasmidiais (MADIGAN, 2014). Os genes das toxinas LT-I e STa, por exemplo, são codificados por genes plasmidiais denominados *ent*, bem como o gene que codifica o CNF 2, que também é plasmidial.

A *E. coli* é uma das bactérias mais frequentemente encontrada nas amostras fecais de bezerros recém-nascidos com diarreia (AZOLA, 2016). A colibacilose é uma patologia que acomete animais neonatos, causada pela ETEC. Ao se proliferar pelo intestino do animal, produz enterotoxinas que causam um aumento na secreção de líquido da circulação sistêmica para a luz intestinal, causando vários graus de diarreia e desidratação (RECK, 2009). Por causar uma enfermidade que acomete inúmeros prejuízos econômicos, o estudo das toxinas que causam a colibacilose se faz necessário, visto que ainda é escasso na literatura estudos epidemiológicos acerca de colibacilose no estado da Bahia. Tendo isso em vista, os objetivos desse trabalho foram: analisar a frequência relativa das toxinas de ETEC, provenientes de bezerros neonatos com diarreia do Recôncavo Baiano, identificar com base na frequência, quais tipos de toxinas são mais encontrados nas amostras de *E. coli* e verificar se há subgrupos ainda não encontrados em amostras bovinas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Amostras e identificação:

Foram utilizadas 25 amostras de fezes diarreicas de bezerros neonatos, cedidas pelo professor Joselito Nunes, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Recôncavo Baiano. As amostras foram analisadas no laboratório de Microbiologia Aplicado à Saúde (LAMASP), da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). As amostras foram diluídas em meio tamponado pH 7,4 e semeadas em meio BHI a 35° por 24h. As culturas que apresentaram crescimento foram semeadas em Agar Eosina-Azul de Metileno (EMB) e incubadas a 35° por 24h. As incubações foram feitas em estufa bacteriológica. As colônias que cresceram e apresentaram coloração verde metálica ou enegrecidas foram consideradas suspeitas

para *Escherichia coli* e seguiram para a identificação bioquímica.

## 2.2 Identificação bioquímica da *Escherichia coli*:

Foram realizados testes bioquímicos como: Fermentação de lactose no meio Agar MacConkey (incubação a 36°C por 24h); motilidade e descarboxilação de lisina utilizando meio MILI (incubação a 36°C por 24h); fermentação de carboidrato, produção de uréase e produção de sulfeto de hidrogênio utilizando meio EPM (incubação a 36°C por 24h); testes vermelho metila e Voges-Proskauer utilizando meio Clark-Lubs; teste do Indol e citrato de Simmon's (incubação a 36°C por 24h) A confirmação foi feita inoculando as amostras positivas para todos os testes mencionados em caldo EC, em banho maria por 24/48h a 45°C.

## 2.3 Extração do DNA bacteriano

O DNA foi extraído das amostras que apresentaram turbidez e liberação de gás no Caldo EC. Utilizou-se 0,2µL da amostra de *Escherichia coli* inoculada em caldo EC. O protocolo de extração utilizado foi o disponibilizado pelo Canadian Centre for DNA Barcoding, com modificações. Utilizou-se 300µL de Tampão de lise e 200µL de amostra e em seguida foram acondicionadas na estufa a 55°C por 3h. Em seguida foi adicionado 10µL de proteinase K e deixado mais 1h na estufa a 55°C. Posteriormente foi adicionado 100 µL de Tampão BM (Tampão BB + Etanol) em cada amostra. As amostras foram agitadas no vórtex por 15 segundos e centrifugadas a 14.000 rpm por 3 minutos. *A posteriori* foram adicionados 180 µL de Tampão de Lavagem de Proteína (tampão PWB) balançando por 4x a amostra. Depois foram centrifugadas a 14.000 rpm por 3 minutos. Foram adicionados 600 µL de Tampão de Lavagem (Tampão WB) a cada amostra, que em seguida foram centrifugadas a 14.000 rpm por 5 minutos. Ao fim do processo, os tubos foram vertidos vagarosamente em papel toalha para remoção do álcool e dos tampões. A amostras foram deixadas na estante numa placa de Petri, envolto por papel toalha, com a finalidade da evaporação completa do álcool. As amostras foram ressuspendidas utilizando 50 µL de TE. Foi-se igualmente extraído DNA da linhagem padrão positiva PCLT-IIc e 5677STa para as toxinas LT-IIc e STa, que foram utilizadas como controle positivo.

## 2.4 Reação da PCR

Os primers foram recebidos liofilizados e foi adicionado H<sub>2</sub>O suficiente para deixá-lo em concentração de 100pMol. Após isso, os primers foram diluídos em soluções trabalho, onde utilizou-se 450µL de H<sub>2</sub>O e 50µL de primer, onde a de concentração final ficou 10pMol. A quantificação do DNA extraído foi realizada com o auxílio de um espectrofotômetro NanoDrop. Em seguida as amostras foram submetidas a normalização para 100ng/µL (100pMol).

Utilizou-se para a reação de PCR (25uL), 1µL de DNA a 100ng/µL (100pMol),

1 $\mu$ L de dNTP (10mM), 0,8 $\mu$ L de MgCl<sub>2</sub> (50mM), 1 $\mu$ L de Primer 1 (10pMol), 1 $\mu$ L de Primer 2 (10pMol), 0,5 $\mu$ L de EasyTaq® DNA polymerase (2,5U), 2 $\mu$ L de Buffer 10x. A quantificação do DNA foi realizada com o auxílio espectrofotômetro NanoDrop. A amplificação dos genes de LT se deu em um termociclador onde o programa consistiu em: um estágio inicial de 5 minutos a 94°C, seguidos de 30 ciclos de desnaturação a 94°C por 30 segundos, anelamento a 48°C por 30 segundos (60°C para o gene da toxina STa), e extensão a 72°C por 30 segundos. Adicionado a isso, um ciclo de extensão final a 72°C por 7 minutos. A descrição dos primers, bem como o tamanho do produto esperado está descrito na Tabela 1.

Primer	Sequência	Tamanho do produto esperado	Referência
LT-II	5-AGATATAATGATGGATATGTATC-3 5-TAACCCCTCGAAATAAATCTC-3	300	SALVADORI et al. (2003)
STa	5-TCCGTGAAACAACATGACGG-3 5-ATAACATCCAGCACAGGCAG-3	244	SALVADORI et al. (2003)

Tabela 1. Lista de primers utilizados na reação da PCR.

A análise foi feita em gel de agarose 2%, tampão TBE 1X em cuba eletroforética nas condições de 110V por 40 minutos. O tamanho dos fragmentos de DNA amplificados foi determinado pelo marcador molecular de 100pb Ladder 1 $\mu$ g/  $\mu$ L. O gel foi corado utilizando Coraload 10x e Gel Red e foram visualizados em transiluminador UV.

## 2.5 Detecção da toxina hemolisina

Para detecção dessa toxina, utilizamos a metodologia empregada por RIBEIRO *et al.* (2006), com modificações. A bactéria foi cultivada em placas de Petri contendo meio ágar sangue, com concentração de 5% de sangue, a 37°C em estufa bacteriológica por 24 horas.

## 2.6 Cálculo da frequência e intervalo de confiança para proporções.

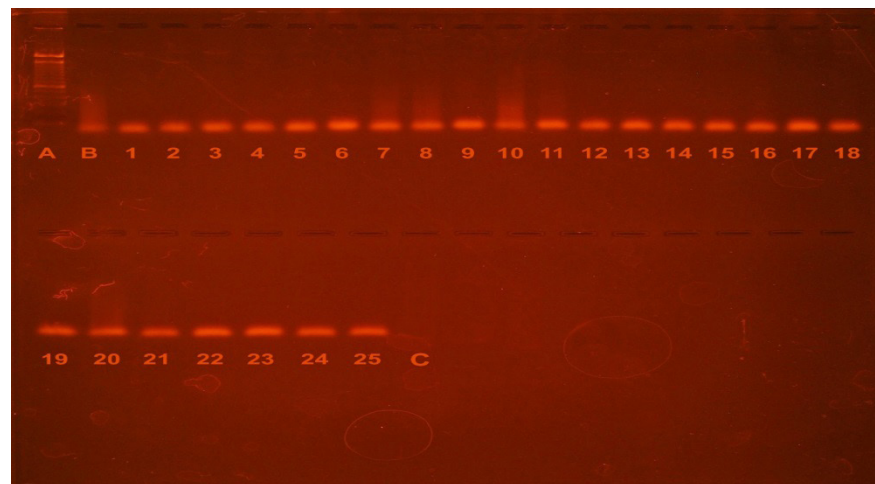
O cálculo da frequência foi feito com o seguinte cálculo:  $FR = NP/NT * 100$ . Onde: FR= frequência relativa; NP= número de amostras positivas; NT= número total de amostras. Sobre os dados obtidos foi aplicado um cálculo de Intervalo de Confiança para proporções.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras apresentaram crescimento verde metálico quando cultivadas em EMB, demonstrando que se tratavam de bactérias gram-negativas. O resultado dos

testes bioquímicos indicou que eram *Escherichia coli*, visto que as colônias semeadas em meio Agar MacConkey apresentaram colônias rosa-claro, características de *E. coli*, indicando que são fermentadoras de lactose. Além deste, os outros testes que deram positivo foram: Vermelho Metila (VM), produção de indol e descarboxilação de lisina. Os resultados negativos foram para os testes Voges-Proskauer, produção de sulfeto de hidrogênio, utilização de citrato e motilidade. Segundo FORTES (2010), a motilidade em *E.coli* é variável. O flagelo constitui o antígeno flagelar “H” e sua presença é variável a depender da cepa analisada e por essa razão não possuem relação direta com a patogenicidade. O que explica a ausência de motilidade nas amostras.

A análise da eletroforese indicou que todas as amostras apresentaram resultado positivo para a produção de LT-II (Figura 1). Nesse caso, a frequência relativa das amostras analisadas foi de 100%. Podendo inferir que ao nível de 95% de confiança, o intervalo de confiança para as amostras analisadas é de 100%.



**Figura 1:** Eletroforese em Gel de Agarose. **A:** Ladder 100pb; **B:** Amostra Padrão PCLT-IIc (Controle positivo); **1-25:** Amostras, onde: **1:** 3776(4); **2:** 3776(5); **3:** 3399(1); **4:** 3399(3); **5:** 3399(4); **6:** 3399(5); **7:** 3350(1); **8:** 3350(2); **9:** 3350(4); **10:** 3350(5); **11:** 3718(1); **12:** 3718(3); **13:** 3718(4); **14:** 3718(5); **15:** 3376(1); **16:** 3376(2); **17:** 3376(3); **18:** 3376(4); **19:** 3376(5); **20:** 3247(2); **21:** 3247(3); **22:** 3247(4); **23:** 3247 (5); **24:** 3680(1); **25:** 3680(3); **C:** Controle negativo

Na literatura, é possível encontrar registros de LT em amostras patogênicas de *Escherichia coli*, oriundas de fezes diarreicas de bezerro (AZOLA, 2016; COURA *et al.*, 2014; STELA, 2009); UGRINOVICH *et al.* (2002). Entretanto, nem todos os subtipos de LT se fazem presentes. Até o momento, na literatura é possível encontrar trabalhos em que se identificaram apenas LT do tipo II, em amostras de fezes oriundas de bezerros com diarreia (AZOLA, 2016; JOBLING, 2016; UGRINOVICH *et al.*, 2002). A toxina LT-II ainda se subdivide em LT-IIa, LT-IIb e LT-IIc, destas, foram identificadas em bezerros apenas LT-IIa e LT-IIb, sendo que LT-IIc foi descrito recentemente por NAWAR (2010) e encontrado apenas em amostras de avestruzes doentes (JOBLING, 2016; NAWAR, 2010).

Identificar o gene para a produção da toxina LT-II nas amostras fecais indica que

a diarreia foi causada por ETEC. Segundo SANTOS (2014), o mecanismo de ação da toxina LT como causadora de diarreia está relacionado ao contato e ligação pela subunidade B da proteína à superfície da célula alvo. A toxina então adentra a célula e é transportada do complexo de Golgi para o retículo endoplasmático. No retículo ocorre a dissociação da subunidade A1, do restante da molécula. Em seguida a proteína migra para o citoplasma, onde pode causar seus efeitos. A subunidade A1 ativa permanentemente a adenilato ciclase, ocasionando o aumento de AMP cíclico. Esse composto é responsável pela abertura de diversos canais localizados na membrana, dentre eles, o receptor transmembrana responsável pela perda de eletrólitos para o lúmen intestinal. Devido a diferença entre a concentração dos eletrólitos, a água migra para o lúmen, por osmose, levando a diarreia. A estrutura das toxinas LTs estão demonstradas na Figura 2. Ainda segundo SANTOS (2014), as toxinas LT-I e LT-II apesar de estarem relacionadas apresentam apenas 16% de identidade entre as suas subunidades B, enquanto que apresentam 52% de identidade entre seus aminoácidos.

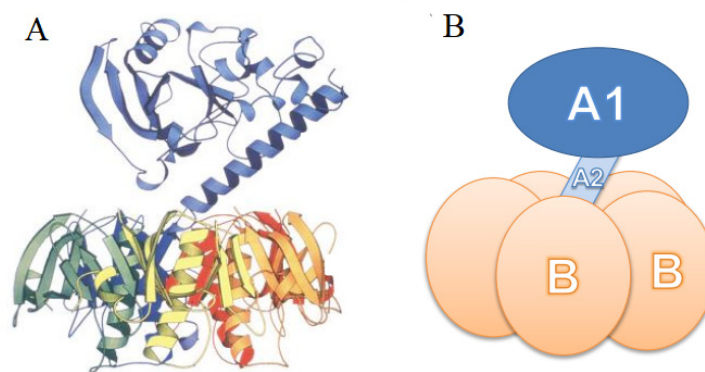


Figura 2: A: Estrutura cristalográfica das toxinas LTs de *Escherichia coli* enterotoxigênica; B: Representação esquemática de suas subunidades. Fonte: SANTOS, 2014.

A amostra padrão (PCLT-IIc) utilizada para a reação da PCR é positiva para o gene LT-IIc. As bandas que se formaram na eletroforese indicam que todas as amostras apresentam bandas similares a que se formou no poço da amostra padrão. Nesse caso, há probabilidade das cepas de *E. coli* analisadas apresentarem o gene para produção da toxina LT-IIc, recentemente encontrado em bovinos.

Segundo AZOLA (2016), UGRINOVICH *et al.* (2002) e NATARO & KAPER (1998), a toxina ST pode ser encontrada em fezes diarreicas de bovino, entretanto, não todos os subtipos. A ST, divide-se em STa e STb, desses, apenas STa é encontrado em fezes diarreicas de bezerros, ao passo que STb é normalmente encontrada em suínos. NATARO & KAPER (1998), mencionam em seu trabalho que é possível encontrar cepas de *E. coli* que podem expressar somente a toxina LT ou ST, mas podem também expressar ambas as toxinas.

Das 25 amostras obtidas, apenas 10 foram utilizadas para a identificação do



gene para produção da toxina STa. Entretanto, os resultados da ampliação na reação da PCR foram inconclusivos.

A presença de hemolisina foi negativa para todas as 25 amostras, não foi verificado halo hemolítico parcial nem total (Figura 3, 4 e 5). Dessa forma, um total de 100% de amostras negativas. Ao nível de 95% de confiança, o intervalo de confiança para as amostras analisadas é de 100%.

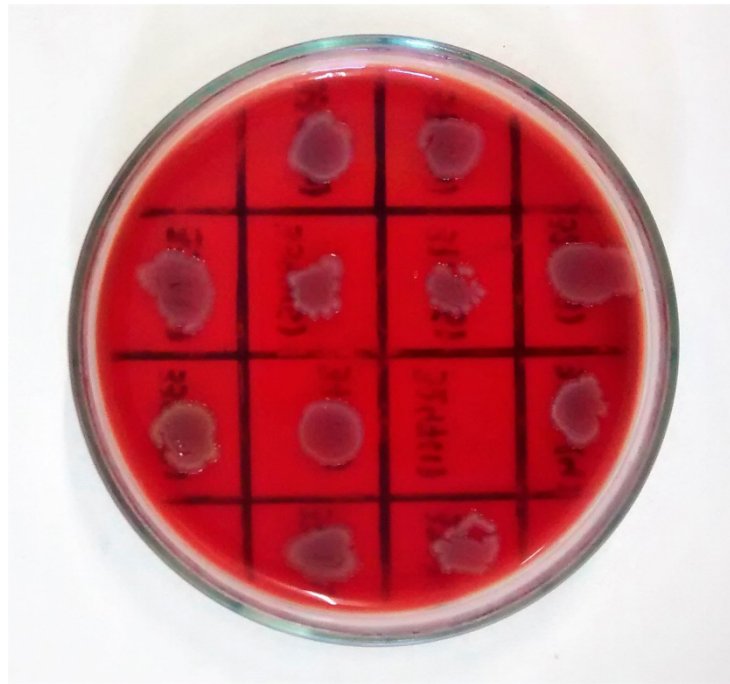


Figura 3: Resultado da semeadura em Agar-sangue. Não é encontrado halo hemolítico

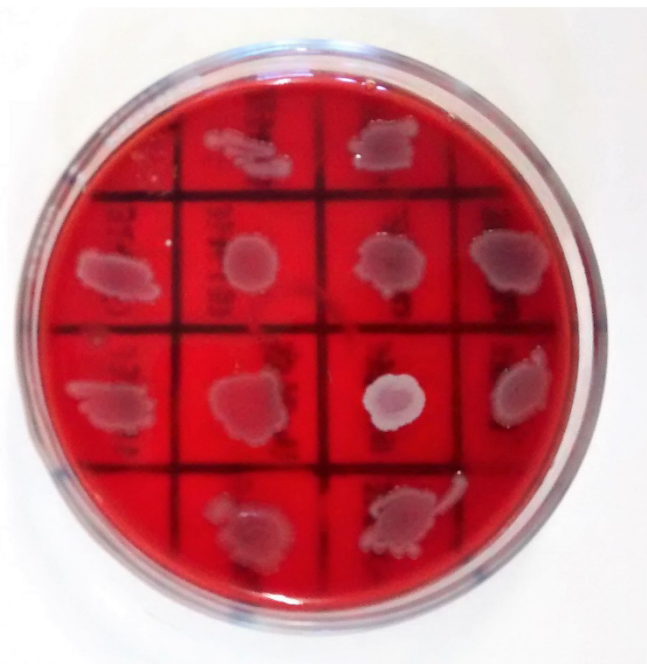


Figura 4: Resultado da semeadura em Agar-sangue. Não é encontrado halo hemolítico

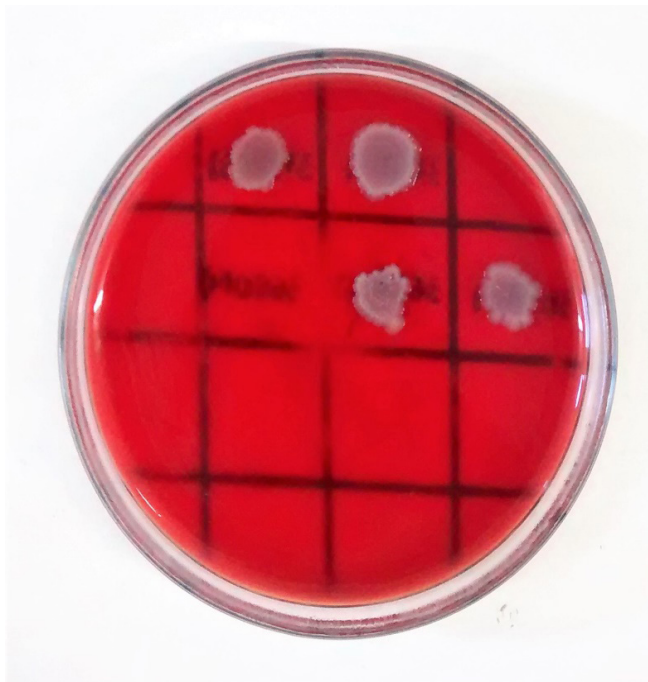


Figura 5: Resultado da semeadura em Agar-sangue. Não é encontrado halo hemolítico

Na literatura é possível encontrar trabalhos em que a produção de hemólise por cepas de *E. coli* é variável, dependendo da cepa analisada (COSTA et al., 2014; FORTES, 2008; SALVADORI et al., 2003). Segundo ALMEIDA (2013), a produção de hemolisina é importante, pois, a partir dela a bactéria consegue capturar ferro, através da lise de eritrócitos. Sendo a aquisição de ferro, um importante fator de virulência. Para QUINN et al. (2005), embora a produção de hemolisina seja um marcador útil da virulência em algumas cepas de *E. coli*, essa toxina pode não necessariamente estar relacionada com a sua virulência, mas sim com a expressão de outros fatores de virulência. Ainda segundo QUINN et al. (2005), a frequência de hemolisina é maior em amostras de *Escherichia coli* provenientes de fezes diarreicas de suíno, o que pode explicar a ausência dessa toxina em nossas amostras.

#### 4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que das 100% amostras analisadas apresentaram o gene para a produção da toxina LT, podendo ser dos subtipos existentes o LT-IIc, recentemente encontrado em fezes diarreicas de bezerros, sendo, portanto, a toxina mais encontrada nas amostras. Também pode-se afirmar que 100% das amostras não são hemolíticas. Estes resultados sugerem que é necessário um estudo mais aprofundado e com uma amostragem maior para a identificação da prevalência das toxinas associadas à colibacilose bovina na região

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.M. de S.; 2013. **Características biológicas e antigênicas de *Escherichia coli* com ênfase aos genes de virulência**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia
- ANDRADE, F.B.; 2013. **Padronização e avaliação de PCR multiplex para o diagnóstico de *Escherichia coli* enteroagregativa típica e atípica**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade de São Paulo, Instituto Butantan. São Paulo.
- AZOLA, J.S.M.; 2016. **Genes de virulência e perfil de susceptibilidade a extratos vegetais de isolados de *Escherichia coli* Enterotoxigênica (ETEC), Shigatoxigênica (STEC) e enteropatogênica (EPEC) em bezerros**. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP.
- COSTA, K.O. *et al.*; 2014. **Fatores de virulência das amostras de *Escherichia coli* isoladas de bezerros com diarreia na região de Feira de Santana, Bahia**. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, 36(4):430-436
- COURA, F.M *et al.*; 2014. **Patotipos de *Escherichia coli* causadores de diarreia em bezerros: uma atualização**. Pesq. Vet. Bras. 34(9):811-818.
- FORTES, F. B. B.; 2008. **Perfil Bioquímico de amostras de *Escherichia coli* isoladas de materiais avícolas no Estado do Rio Grande do Sul e sua relação com a patogenicidade**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- JOBLING, M.G.; 2016. **The chromosomal nature of LT-II enterotoxins solved: a lambdoid prophage encodes both LT-II and one of two novel pertussis-toxin-like toxin family members in type II enterotoxigenic *Escherichia coli*** Pathogens and Disease. 2016, 74 (3).
- NATARO, J.P.; KAPER, J.B.; 1998. **Diarrheagenic *Escherichia coli***. Clinical Microbiology Reviews; 11(1): 142-201
- NAWAR *et al.*; 2010. **LT-IIc, a New Member of the Type II Heat-Labile Enterotoxin Family Encoded by an *Escherichia coli* Strain Obtained from a Nonmammalian Host**. Infection and Immunity, 78 (11): 4705–4713.
- QUINN, P.J.; MARKEY, B.K; CARTER, M.E.; DONNELLY, W.J.; LEONARD, F.C. (Ed.). **Microbiologia veterinária e doenças infecciosas**. Porto Alegre: Artmed, 2005. Pp. 512.
- RECK, M.V.M., 2009. **Diarréia Neonatal Bovina**. Porto Alegre, UFRGS. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/22919/000735566.pdf?sequence=1>>. Data de acesso: 14 Ago 2017.
- RIBEIRO, M.G *et al.*; 2006. **Fatores de virulência em linhagens de *Escherichia coli* isolados de mastite bovina**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 58(5): 724-731.
- SALVADORI, M. R. *et al.* 2003. **Virulence factors of *Escherichia coli* isolated from calves with diarrhea in Brazil**. Brazilian Journal of Microbiology 34: 230-235.
- SANTOS, C. M. 2014. **Toxinas termo-labéis (LTs) do tipo II de *Escherichia coli* enterotoxigênica (ETEC): efeito adjuvante e atividade inflamatória**. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de ciências biomédicas. Universidade de São Paulo.
- STELLA, A.E.; 2009. **Fatores de virulência em isolados de *Escherichia coli* provenientes de amostras de água, leite e fezes de bovinos leiteiros da região de Ribeirão Preto- SP, Brasil**. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP.

São Paulo.

UGRINOVICH *et al.*; 2002. **Identificação dos genes que codificam para a enterotoxina termolábil LT-II em amostras de *Escherichia coli* isoladas de bezerros com diarreia na região de Jaboticabal, SP, Brasil.** *Ciência Rural*, Santa Maria, 32(2): 289-291.

## “AVALIAÇÃO DE DOR PÓS TRATAMENTO COM BANDAGEM KINESIO TAPE EQUINE EM ARTROSCOPIAS EM EQUINOS”

**Vittoria Guerra Altheman**

FMVZ - UNESP

Botucatu - SP

**Ana Liz Garcia Alves**

FMVZ - UNESP

Botucatu - SP

**Luiz Henrique Lima de Mattos**

FMVZ - UNESP

Botucatu - SP

**RESUMO:** Artroscopia é o procedimento que envolve a aplicação de técnicas de endoscopia ao estudo das cavidades articulares. No pós-cirúrgico, existem complicações que podem interferir na recuperação, como o quadro de dor local devido à distensão durante o procedimento e também pela formação de edema. Diversas modalidades da Fisioterapia vêm sendo estudadas para controle do edema e resolução da dor, como a utilização de bandagens elásticas funcionais, incluindo o método *Kinesio Taping Equine*. Esta técnica de bandagem elástica possui efeitos terapêuticos, que dependem tanto da tensão quanto direcionamento de aplicação da fita. A bandagem possui quatro principais funções: redução da dor, ativação da drenagem linfática e circulatória, controle de ação muscular e correção de propriocepção articular. O objetivo desse estudo foi avaliar o tratamento por *Kinesio*

*Tape Equine*, no pós-operatório de artroscopias dos equinos, visando classificar e quantificar o quadro algico pós-cirurgia e avaliar o efeito do tratamento por bandagem elástica funcional via escala facial de dor (Horse Grimace Scale). Foram utilizados 12 animais da espécie equina, divididos em dois grupos, controle e tratado. Ambos os grupos tiveram mesmo procedimento artroscópico realizado e mesmo protocolo de anti-inflamatórios. Para o grupo tratado, incluiu-se o tratamento com KT. Os animais foram avaliados por meio da classificação por escala facial de dor (HGS) em três momentos: antes da cirurgia (M-0), 4 horas (M-4) e 24 horas (M-24) após o procedimento cirúrgico. A análise dos resultados baseou-se na comparação entre os grupos e entre os momentos.

**PALAVRAS CHAVE:** Bandagens funcionais, articulação e equinos.

“PAIN ASSESSMENT AFTER TREATMENT WITH BANDAGE KINESIO TAPE EQUINE IN ARTHROSCOPY IN HORSES”

### 1 | INTRODUÇÃO

Artroscopia é o procedimento que envolve a aplicação de técnicas de endoscopia ao estudo das cavidades articulares (WEST, 1988). Esta técnica permite a visualização direta



das articulações mediante o uso de um artroscópio, ou seja, um endoscópio para examinar o interior das articulações (CORTADA, 1970). Qualquer artroscopia envolve um procedimento cirúrgico, cada vez mais utilizado em humanos (BEÇA, 2008). Esta técnica está associada a uma baixa taxa de complicações, o que contribui para uma elevada taxa de sucesso.

A artroscopia nos equinos passou por um desenvolvimento similar a medicina humana, mas a artroscopia diagnóstica e cirúrgica tornou-se popular nos cavalos durante a década de 70 e 80 como uma técnica eletiva em médias e grandes articulações, como o carpo, boleto, tarso e femoropatelar (MCILWRAITH, 1984). As vantagens da artroscopia que vieram revolucionar a ortopedia equina incluem o exame de uma articulação com maior precisão por meio de uma pequena incisão, o que torna a técnica muito menos traumática e permite a identificação de muitas lesões não evidenciadas radiograficamente, sendo que algumas das quais só por este método são detectáveis (MCIWRAITH, 2005).

As cirurgias artroscópicas realizadas com maior frequência tem como objetivos principais a remoção de fragmentos osteocondrais, o debridamento de superfícies articulares, meniscos ou ligamentos intra-articulares danificados, a sinovectomia e a resolução de fraturas intra-articulares (KAHN, 2005).

Em relação as complicações da artroscopia, durante o pós-cirúrgico existem complicações que podem interferir na recuperação do animal. Alguns exemplos são infecção, distensão ou sinovite, não remoção de fragmentos, capsulite, osso neoformado ou mineralização de tecidos mole, mas principalmente o quadro de dor local devido a distensão durante o procedimento e também pela formação de edema. Porém a complicação imediata e importante das artroscopias é a necessidade de distensão com líquido ou gás para visibilizar as estruturas, este gás ou líquido muitas vezes não é drenado totalmente e desencadeia um processo extremamente doloroso por compressão dos receptores neurológicos e distensão articular pelo desencadeamento do processo inflamatório (MCIWRAITH et al., 2005).

Em relação a dor pós-operatória em artroscopias, o desconforto pode ser insuficiente para que o animal expresse dor de forma identificável. Uma das características da dor ou angústia nos animais é uma mudança no comportamento e na manifestação de reflexos (AMYX, 1987).

Com o objetivo de atenuar a subjetividade das medidas comportamentais de dor e facilitar sua identificação na aplicação clínica, existem diversas avaliações com base em critérios comportamentais e escalas numéricas de dor. Essas avaliações levam em consideração sinais comportamentais dos animais, desconforto e claudicação, sinais e expressões faciais, assim como, sudorese profusa, relutância em se movimentar, alteração de postura dos animais (JENSEN, KAROLY, BRAVER, 1986; SCHATZMANN, 2002). Ferramentas tais como escalas de dor e parâmetros fisiológicos, tornam factível o diagnóstico da dor nos animais e permitem fazer uma adequada analgesia pós-operatória (PRITCHETT et al., 2002).

Com o avanço da Fisioterapia, diversas modalidades vêm sendo estudadas para controle da dor e resolução de edemas. Uma delas é a utilização de bandagens funcionais, incluindo o método *Kinesio Taping*.

*Kinesio® Tape* é o nome dado a bandagem elástica adesiva, que não possui medicamentos, desenvolvida desde 1973 no Japão, pelo Dr. Kenzo Kaze. Recentemente vem aumentando o conceito *Kinesio Taping* (KT), visto que ela mimetiza as qualidades elásticas da pele Humana (ESPEJO, 2011) A *Kinesio Taping* promove estímulos sensoriais e mecânicos (elásticos) duradores e constantes na pele. Esta bandagem mantém a comunicação com os tecidos mais profundos através de mecanorreceptores encontrados na epiderme e derme. Estes receptores fornecem informações exclusivamente sobre eventos externos que afetam o organismo e dão ao sistema articular elementar a habilidade para detectar estímulos aplicados à pele sobre pequenas áreas e grandes áreas e com duração curtas e contínuas. (KASE, 1997).

Esta técnica de bandagem elástica possui efeitos terapêuticos, que dependem tanto da quantidade de tensão aplicada na fita quanto da direção que é aplicada (SIJMONSMA, 2007). A KT possui quatro principais funções: redução da dor, melhora da drenagem venosa e linfática sob a pele, apoio para os músculos flácidos e correção do desalinhamento articular, melhorando a amplitude articular. (SIJMONSMA, 2007; THELEN, 2008).

A utilização da KT para a função de drenagem linfática é uma novidade na fisioterapia e o desenvolvimento da técnica para a sua administração ainda está em avanço. Sua aplicação permite a formação de microvolunções no tecido o que permite o aumento do espaço entre a pele e os músculos. Uma vez que a pele é levantada, o fluxo de fluido do sangue e do sistema linfático é estimulado (KASE, 2003).

A fita auxilia na reabilitação do equino em qualquer fase, pois seu objetivo principal é ajudar o potencial de auto-cura do corpo para trazer os tecidos de volta a homeostase (KASE, 2013). Pode ser combinada com outras modalidades ou tratamentos, antes ou depois das sessões, para preparar ou complementar o efeito (MOLLE, 2016).

## 2 | OBJETIVO

Avaliar o tratamento *Kinesio Taping*, no pós-operatório de artroscopias dos equinos, visando:

- Classificar e quantificar o quadro álgico pós artroscopia;
- Avaliar o efeito do tratamento de *Kinesio Taping* no quadro álgico pós-operatório.

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Animais experimentais

Foram utilizados 12 equinos adultos, 9 fêmeas e 3 machos, de raças variadas, idade média (entre 4-14 anos), com indicação de artroscopia.

Os animais foram mantidos no Hospital da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Campus Botucatu, no pós-operatório durante 4 dias e foi realizado o protocolo de rotina para utilização de anti-inflamatórios pós-operatórios.

### 3.2 Delineamento experimental

Os animais foram divididos aleatoriamente em dois grupos: controle e tratamento. Ambos os grupos tiveram o mesmo procedimento artroscópico realizado e o mesmo protocolo de anti-inflamatórios, conforme rotina do hospital veterinário. Para o grupo tratado foi incluído o tratamento com *Kinesio Taping*.

**GRUPO CONTROLE:** Os animais foram avaliados clinicamente com classificação por escala visual de dor (por meio do software “Horse Grimace Scale”) antes da cirurgia (M-0). Após esta avaliação os animais foram anestesiados e passaram pelo procedimento artroscópico. No pós-operatório os animais receberam curativos tópicos e anti-inflamatórios. Os animais foram reavaliados após 4 horas do procedimento cirúrgico (M-1) e após 24 horas (M-2), totalizando 3 avaliações.

**GRUPO TRATAMENTO:** Os animais avaliados clinicamente com classificação por escala visual de dor (por meio do software Horse Grimace Scale) antes da cirurgia (M-0). Após esta avaliação os animais foram anestesiados e passaram pelo procedimento artroscópico. No fim do procedimento foi feita a aplicação da bandagem *Kinesio Tape*. No pós-operatório os animais receberam curativos tópicos e anti-inflamatórios. Os animais foram reavaliados 4 horas (M-1) e 24 horas (M-2) após o procedimento cirúrgico.



Figura 1: Aplicação da bandagem *Kinesio Tape* na articulação do tarso no membro pélvico.

### 3.3 Avaliação clínica e classificação visual da dor

Os animais foram avaliados clinicamente num total de 3 momentos, sendo o primeiro a avaliação pré-operatória (M-0), o segundo momento após 4 horas do procedimento cirúrgico (M-1) e o terceiro após 12 horas (M-2).

As avaliações foram realizadas constando de escala facial de dor ou Horse Grimace Scale (HGS). Foi utilizado escala de avaliação de dor por sinais faciais e sinais de expressão, incluindo posicionamento de orelha, pálpebra, narina e lábios e tensão de musculaturas faciais. A escala é composta por 6 unidades de ação facial (Tabela 1). Cada unidade é pontuada de acordo com o fato de estar ausente (escore 0), moderadamente presente (escore 1) ou obviamente presente (escore 2). A somatória das 6 análises varia de 0 a 12, na qual 0 foi considerado ausência de dor e 12 a maior expressão de dor demonstrada pela escala.

<b>HGS</b>	<b>Ausente (0)</b>	<b>Mod. (1)</b>	<b>Presente</b>	<b>Obv. Presente (2)</b>
<b>A – Orelhas</b>				
<b>B – Pálpebras</b>				
<b>C - Área sobre os olhos</b>				
<b>D - Tensão muscular</b>				
<b>E - Tensão de lábios</b>				
<b>F – Narinas</b>				

Tabela 1: escala facial de dor (Horse Grimace Scale) com os possíveis escores.

**A – Avaliar posicionamento das orelhas do equino**

- 0 → Orelhas de pé, voltadas para frente; Movimentam-se rapidamente observando o ambiente
- 1 → Orelhas viradas para os lados ou para trás por alguns segundos; Movimento reduzido
- 2 → Espaço entre as orelhas aumentados em relação à base; Orelhas fixas viradas para trás ou para os lados;

**B – Avaliar fechamento das pálpebras do equino**

- 0 → Olhos totalmente abertos; O cavalo olha para os estímulos do ambiente
- 1 → Tamanho do olho diminuído em menos da metade; Pálpebras levemente caídas; Área posterior do olho afilada
- 2 → Área orbital claramente diminuída para menos da metade; Pálpebras claramente; Olhar indiferente ao ambiente

**C – Avaliar tensão muscular sobre a área dos olhos e quantidade de rugas**

- 0 → Ausência de tensão muscular, rugas, na área acima dos olhos
- 1 → Leve tensão muscular na área acima dos olhos
- 2 → Musculatura acima do olho está claramente tensa; Osso da crista temporal está claramente visível

**D – Avaliar Tensão muscular facial (região sobre as comissuras laterais do lábio superior, região de masseter, musculatura mastigatória)**

- 0 → Musculatura mastigatória relaxada; Sem tensão muscular aparente
- 1 → Tensão muscular levemente visível, com masseter levemente tenso
- 2 → Masseter claramente proeminente e reconhecível; Clara tensão muscular

**E – Avaliar tensão no fechamento dos lábios**

- 0 → Boca está relaxada; Lábio inferior pode estar caído; Comissura labial reta
- 1 → Boca está levemente tensa; Lábio superior está um pouco contraído e levemente adiantado; Lábio inferior está levemente contraído; Comissura labial está menor
- 2 → Boca está tensa; Lábio superior está contraído; Lábio inferior está tenso com um “queixo pronunciado”; Comissura labial está curvada para baixo

**F – Avaliar dilatação das narinas do equino**

- 0 → Narinas relaxadas; Presença de ângulo levemente côncavo no topo do nariz próximo ao focinho sem tensão muscular
- 1 → Narinas levemente tensas; Topo do perfil levemente afilado

Figura 3: descrição dos escores de cada unidade de ação funcional.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise obtida a partir da escala facial evidenciou a ocorrência de um menor escore de dor para o grupo que recebeu a bandagem quando comparado ao grupo controle. Tais resultados estão apresentados nos gráficos abaixo, divididos em momentos e grupos.

O cavalo é uma espécie cuja expressão facial tem sido estudada etiologicamente, pelo fato dessa espécie se comunicar com este tipo de expressões (BOHNET, 2007), considerou-se adequado criar uma escala facial de dor que ajudasse na avaliação clínica da espécie (BORJA, 2008). A HGS foi um método importante para a realização do presente estudo visto que essa tornou possível avaliar o quadro algico dos animais.

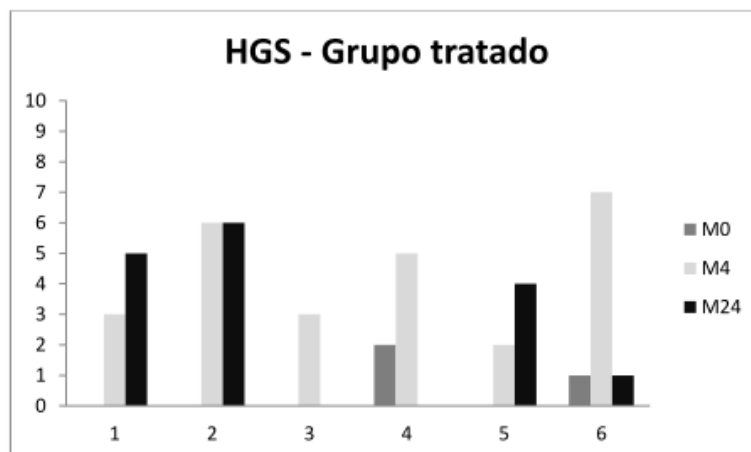


Gráfico 1: Resultado total da HGS de cada animal do grupo tratado, sendo M-0 o momento antes da cirurgia, M-4 4 horas e M-24 24 horas após o procedimento cirúrgico.

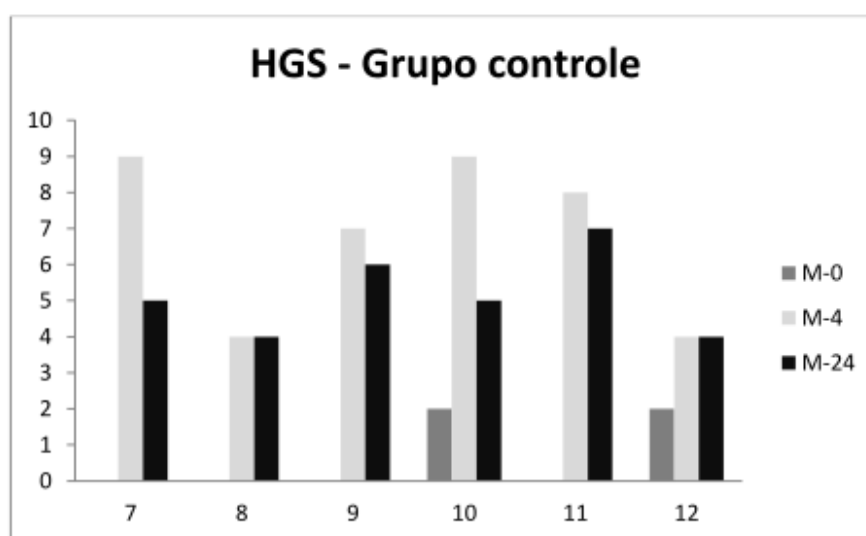


Gráfico 2: Resultado total da HGS de cada animal do grupo controle, sendo M-0 o momento antes da cirurgia, M-4 4 horas e M-24 24 horas após o procedimento cirúrgico.

A exploração artroscópica envolve o exame visual sistemático das estruturas intra-articulares, após a distensão da cavidade articular com líquido ou gás (CARON, 1999). Utilizados na artroscopia para se visibilizar as estruturas articulares, o gás ou o líquido muitas vezes não são drenados totalmente e desencadeiam um processo extremamente doloroso por compressão dos receptores neurológicos e distensão articular pelo desencadeamento do processo inflamatório.

A bandagem, ao melhorar a drenagem linfática e venosa, reduz o edema e realiza um processo dérmico de decompressão dos precursores inflamatórios e nociceptores, promovendo um efeito de controle sobre a dor (Gráfico 3).



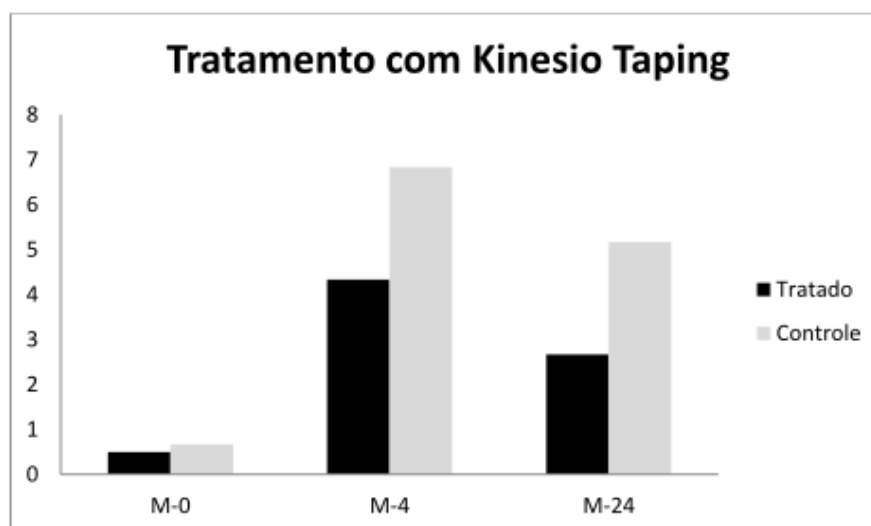


Gráfico 3: média dos resultados da HGS dos grupos tratado e controle, sendo M-0 o momento antes da cirurgia, M-4 4 horas e M-24 24 horas após o procedimento cirúrgico.

As articulações possuem fibras aferentes que provém dos nervos periféricos, das terminações originadas dos músculos adjacentes e de fibras simpáticas vasomotoras. As terminações nervosas se distribuem no tecido intersticial e perivascular da cápsula fibrosa subsinovial, das bolsas adiposas e na lâmina adventícia das artérias e arteríolas articulares. Por esta razão, se há um traumatismo ou inflamação, ocorre dor nessa zona (KEHLET, 1987).

A aplicação da bandagem gera um recuo da pele, que leva a formação de rugas denominadas circunvoluções. Essas geram um gradiente de pressão ao elevar e comprimir a pele alternativamente, promovendo assim um fluxo de fluido no espaço intersticial com consequente melhoria da circulação (SMITH et al., 2003; KASE, 1997). O objetivo é permitir que o fluido se mova livremente no espaço intersticial enquanto é direcionado para o linfonodo saudável mais próximo para ser reabsorvido na circulação (MOLLE, 2016).

A teoria da comporta sugere que o estímulo mecânico proporcionado pela KT agiria através de fibras de condução rápida ( $A\beta$ ) que ao atingir a Substância Gelatinosa de Rolando (corno posterior da medula espinhal), realiza sinapses com interneurônios inibitórios, ocasionando fechamento da comporta e, portanto, não permitindo a passagem de estímulos nociceptivos (Fibras C e  $A\delta$ ) (GOSLING, 2013; ARTIOLI, 2014).

## 5 | CONCLUSÕES

Quanto ao efeito do tratamento de *Kinesio Taping* no quadro de dor pós-operatório, a avaliação da HGS evidenciou melhores resultados para o grupo tratado em relação ao grupo controle, sugerindo que o uso da bandagem KT, ao abrir espaços entre a pele e a musculatura, reduz o quadro álgico ao realizar um processo dérmico que

descomprime nociceptores e precursores inflamatórios.

## REFERÊNCIAS

AMYX, H.L. Control of animal pain and distress in antibody production and infectious disease studies. *Journal American Veterinary Medicine Association*. v.191, n.10, p.1287-89, 1987.

ARTIOLI, DÉRRICK PATRICK; BERTOLINI, GLADSON RICARDO FLOR. Kinesio taping: aplicação e seus resultados sobre a dor: revisão sistemática. **Fisioter. Pesqui.** São Paulo , v. 21, n. 1, p. 94-99, Mar. 2014. Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S180929502014000100094&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S180929502014000100094&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 2016-09-25. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-2950/553210114>.

Beça JM. (2008). Artroscopia. Acessado em 08/10/2012: [http://www.clinicamariobeca.com/pagina/uploads/\\_fckeditor/file/artroscopia.pdf](http://www.clinicamariobeca.com/pagina/uploads/_fckeditor/file/artroscopia.pdf)

Bohnet, W. Expressive behaviour to assess the emotional states in horses. *Deutsche tierärztliche wochenschrift*, v. 114, n. 3, p. 91-97, 2007.

BORJA, MARIANA CHAPARRO. Avaliação da dor no pós-operatório de artroscopia em equinos. 2008. Dissertação (Mestrado em Clínica Cirúrgica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi: 10.11606/D.10.2008.tde-12012009-120244. Acesso em: 2016-09-25

BUSSIE`RES, G, JACQUES, C., LAINAY, O, BEAUCHAMP, G, LEBLOND, A., CADORE, L, DESMAIZIE`RES, M., CUVELLIEZ, S.G., TRONCY, E. (2008). *Research in Veterinary Science* 85, 294–306.

CARON, J. P. Principles of treatment of joint disease. In: AUER, J. A.; STICK, J. A. *Equine surgery*. 2. Ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1999. P 678-696.

CORTADA FJ. (1970). *Diccionario Medico Labor Tomo 1*. Argentina: Editorial Labor, S.A.

Espejo L., Apolo MD. (2011). Revisión bibliográfica de la efectividad del kinesiotaping. *Rehabilitación*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rh.2011.02.002>

JENSEN P., KAROLY P., BRAVER S. Measurement of clinical pain intensity a comparison of six methods. *Pain*. v.27, n.1, p.117-26, 1986.

KAHN CM. (2005). *Manual Merck de Veterinária*. USA: Merck & Co, Inc.

KASE K, WALLIS J, KASE T. (2003). *Clinical therapeutic applications of the Kinesio taping methods*. Kinesio Taping Association, Tokyo.

KASE K. (1997). *Illustrated Kinesio-taping*. KEN`IKAI Information, Albuquerque.

MCIWRAITH CW., et al. (2005). *Diagnostic and Surgical Arthroscopy in the Horse*. Edinburgh, UK: Mosby Elsevier.

MOLLE S. Kinesio Taping Fundamentals for the Equine Athlete. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2016 Apr 30;32(1):103-13.

PRICHETT, L. C.; ULIBARRI, C.; ROBERTS, M. C.; SCHNEIDER, R. K.; SELLON, D. C. Identification of potencial physiological and behavioral indicators of postoperative pain in horses after exploratory celiotomy for colic. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 80, n. 1, p. 31, 2002.

SIJMONSMA J. (2007). Manual de taping neuromuscular. Portugal: Aneid Press.

SMITH JY, LEE HR, LEE DC. The use of elastic adhesive tape to promote the lymphatic flow in the rabbit hind leg. *Yonsei Med J* 2003;44(6):1045–52.

THELEN, M. D.; DAUBER J. A.; STONEMAN P. D. (2008) The clinical efficacy of kinesio tape for shoulder pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 38:389–95.

WEST G. (1988), *Black's Veterinary Dictionary*. 16Ed. London: A&C 350-356.

## INFLUÊNCIA DO ESTRESSE TÉRMICO NA DEPOSIÇÃO DE GORDURA SUBCUTÂNEA EM BOVINOS NELORE (*Bos indicus*) E ANGUS (*Bos taurus*)

### **Guilherme Andraus Bispo**

Faculdade de Medicina Veterinária, FMVA-UNESP, Araçatuba-SP

### **Adam Taiti Harth Utsunomiya**

Faculdade de Medicina Veterinária, FMVA-UNESP, Araçatuba-SP

### **Ludmilla Balbo Zavarez**

Faculdade de Medicina Veterinária, FMVA-UNESP, Araçatuba-SP

### **Júlio César Pascoaloti de Lima**

Faculdade de Medicina Veterinária, FMVA-UNESP, Araçatuba-SP

### **José Fernando Garcia**

Faculdade de Medicina Veterinária, FMVA-UNESP, Araçatuba-SP

**RESUMO:** Condições climáticas extremas limitam o desempenho produtivo animal devido ao estresse por elas gerado. Em bovinos, é sabido que o estresse pelo calor está correlacionado com perdas na eficiência alimentar e no ganho de peso, refletindo no padrão de deposição de gordura subcutânea. Assim, para reduzir o estresse causado pelo calor, distintas práticas de manejo podem ser adotadas, visando proporcionar conforto térmico. Neste contexto, o sombreamento (natural ou artificial) pode ser responsável por proporcionar conforto térmico e aumentar a produtividade animal. O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho

de deposição de gordura subcutânea (DGS) em bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*) e Angus (*Bos taurus*) mantidos em conforto e estresse térmico. Foi realizada a análise da espessura de gordura subcutânea em bovinos *Bos taurus* (Angus n = 24) e *Bos indicus* (Nelore n = 24) submetidos ou não ao estresse térmico. Imagens ultrassonográficas da carcaça foram utilizadas para mensurar a espessura da gordura subcutânea. Sendo os dados submetidos ao modelo estatístico de análise de variância (ANOVA) utilizando o procedimento MIXED do SAS.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, bovino, gordura subcutânea, termotolerância

### EFFECT OF HEAT STRESS IN SUBCUTANEOUS FAT DEPOSITION IN NELLORE (*Bos indicus*) AND ANGUS (*Bos taurus*)

**ABSTRACT:** Extreme climate conditions limitate the productive performance in animals due to the stress. In cattle, it is known that heat stress is correlated with loss in feed efficiency and weight gain, reflecting in the pattern of subcutaneous fat deposition. Therefore, to reduce heat stress, distinct handling practices can be adopted in order to provide thermal comfort. In this context, the shading (natural or artificial) can be

responsible for providing thermal comfort and increase animal productivity. The aim of this study Evaluate the subcutaneous fat deposition performance (DGS) in Nelore cattle (*Bos indicus*) and Angus (*Bos taurus*) kept in comfort and heat stress. The analysis of fat thickness in *Bos taurus* (Angus n = 24) and *Bos indicus* (Nelore n = 24) cattle, submitted or not to heat stress, were performed. Carcass ultrasound images were use to measure the thickness of subcutaneous fat. Data were submitted to the statistical analysis of variance (ANOVA) model using the SAS MIXED procedure.

**KEYWORDS:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, bovine, subcutaneous fat, thermotolerance

## 1 | INTRODUÇÃO

O clima é fator limitante na produção bovina por agir diretamente sobre o metabolismo animal e não sobre o resultado do desempenho destes (produção de leite, ovos e carne) (SANTOS, 1999). Um dos fatores restritivos à produção bovina é o calor, que resulta em estresse térmico com consequências na produção dos animais (ABLAS, 2002). O estresse animal pode estar relacionado com a dificuldade na dissipação do calor excedente, alterando assim, os valores fisiológicos dos animais em condições normais, tal como a elevação da temperatura corporal (NÓBREGA, 2011).

Graves problemas ocasionados pelo desequilíbrio térmico entre o animal e o ambiente podem afetar suas características produtivas como a deposição de gordura subcutânea (DGS) (NAVARINI et al., 2009; SULLIVAN, et al., 2014). De acordo com o estudo de St-Pierre, Cobanov e Schnitkey (2003), a pecuária norte-americana sofreu perdas econômicas na faixa de 897 e 369 milhões de dólares na bovinocultura de leite e de corte, respectivamente, no qual o estresse calórico foi o responsável.

Segundo Pereira (2005), a zona de conforto térmico para os animais das raças bovinas europeias situa-se entre 0°C e 16°C, já para os zebuínos essa temperatura pode variar entre 10°C e 27°C. Com base nesse tipo de informação, é reconhecida a importância de minimizar a ação do calor no animal, contribuindo para a sua adaptação ao ambiente no qual foi inserido e aumento da sua produtividade (MADER, 2003).

Possíveis medidas para evitar as consequências do estresse térmico são: o esfriamento do ambiente com a utilização de sistemas adiabáticos evaporativos de resfriamento e o esfriamento direto do animal com o uso de aspersores (PIRES, 2004). Entretanto, uma prática simples e que pode gerar conforto térmico para o animal consiste no uso do sombreamento (natural ou artificial) (NETO, 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de deposição de gordura subcutânea (DGS) em bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*) e Angus (*Bos taurus*) mantidos em conforto e estresse térmico.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, tendo como fatores: raça (Angus e Nelore) e manejo (com sombreamento e sem sombreamento). Cada tratamento continha 12 repetições. Todos os animais foram igualmente tratados em regime de confinamento com alimentação baseada em concentrado (ração pronta para bovinos de corte), volumoso (bagaço de cana) e água *ad libitum*.

As medidas de espessura de gordura subcutânea (EGS) foram obtidas com auxílio de equipamento GE LOGIC-100 com transdutor de 5.MHz, posicionado entre a 12° e 13° costelas transversalmente no músculo *Longissimus dorsi*. Foram tomadas duas medias para avaliar o desempenho dos animais quanto a DGS, sendo a primeira mensurada em D0 quando todos os animais estavam sobre as mesmas condições e a segunda em D1 após 54 dias de confinamento.

O modelo da análise de variância (ANOVA) para avaliar a DGS pode ser representado como:

$$y_{ijk} = r_i + m_j + r_i * m_j + e_{ijk}$$

Onde,  $y_{ijk}$  = deposição de gordura em milímetro;  $r_i$  = raça (nelore e angus);  $m_j$  = manejo (com e sem sombreamento);  $r_i * m_j$  = interação entre raça e manejo;  $e_{ijk}$  = erro aleatório do modelo.

A partir dos resultados obtidos da ANOVA procedeu-se ao teste de comparação múltipla de Tukey. ( $p < 0.05$ ).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resultado da análise de variância (Tabela 1), a interação entre raça e manejo foi estatisticamente significativa, o que nos leva ao teste de comparação múltipla de médias provenientes da combinação desses dois fatores. Como resultados têm que o grupo Nelore Conforto apresentou desempenho superior quanto a DGS comparando-se com as outras combinações dos dois fatores (Tabela 2).

	GL	SQ	QM	F	Pr(>F)
<b>Raça</b>	1	29.963	29.963	57.968	0.021 *
<b>Manejo</b>	1	40.331	40.331	78.025	0.008 *
<b>Raça: manejo</b>	1	73.699	73.699	142.581	0.008 *
<b>Resíduo</b>	42	217.094	0.5169		

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA).



Tratamento	Média (mm) <sup>*</sup>
Nelore Conforto	1.25 <sup>a</sup>
Angus Estresse	0.1818182 <sup>b</sup>
Nelore Estresse	-0.07692308 <sup>b</sup>
Angus Conforto	-0.1 <sup>b</sup>

Tabela 2. Média dos tratamentos

\*As médias seguidas de mesma letra não diferem entre si.

Sullivan et al. (2014), avaliaram o efeito de áreas de sombreamento sobre o desempenho de novilhas da raça Angus e não encontraram diferenças significativas para peso corporal, peso de carcaça quente e espessura de gordura na picanha, o mesmo foi observado para DGS em nosso estudo.

Considerando os animais da raça Nelore, Lopes (2009) detectou diferenças de desempenho no ganho de peso e rendimento de carcaça de animais com e sem acesso a sombra. Por outro lado, Ferro et al., (2016) ao avaliarem o desempenho e as características de qualidade da carne dos bovinos Nelore mantidos sobre diversas áreas de sombreamento artificial, não observaram diferenças significativas para as variáveis: ingestão de alimento, peso inicial, peso final, ganho de peso total, ganho de peso médio diário, rendimento de carcaça, marmoreio, textura, gordura, espessura de toucinho e área de olho de lombo. No presente experimento no período de adaptação (D0) e após o desafio ao estresse (D1) a DGS do grupo Nelore com acesso a sombra teve maior significância estatística do que os animais da mesma raça sem acesso a sombra.

## 4 | CONCLUSÃO

Animais da raça Nelore em condições de manejo melhorado, tal como o fornecimento de sombra seja artificial ou natural, apresentam desempenho superior quando comparados aos demais grupos estudados.

## REFERÊNCIAS

ABLAS, S. D. **Comportamento de bubalinos a pasto frente a disponibilidade de sombra e água para imersão.** *Dissertação de mestrado, FZEA-USP, 2002.*

FERRO, D. A. C.; ARNHOLD, E.; BUENO, C. P.; MIYAGI, E. S.; FERRO, R. A. C.; DA SILVA, B. P. A. **Performance of Nelore males under different artificial shading levels in the feedlot.** *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 4, suplemento 1, p. 2623 - 2632, 2016.

LOPES, A. C. R. **Ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos de corte confinados com acesso a sombra.** Tese de mestrado, Faculdade de medicina veterinária – UFU, Uberlândia-MG, 2009.

MADER, T. L. **Environmental stress in confined beef cattle**. Journal of Animal Science, Savoy.81:E110 - 119E, 2003.

NAVARINI, C. F.; KLOSOWSKI, S. E.; CAMPOS, T. A.; TEIXEIRA, A. R.; ALMEIDA C. P. **Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal. V. 9, p.508 - 517, 2009.

NETO, P. F. **Influência da disponibilidade de sombra a pasto sobre as características seminais e tolerância ao calor de touros da raça Brahman (*Bos taurus indicus*)**, Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para aquisição do título de Mestre em Zootecnia, Pirassununga, 2010.

NÓBREGA, G. H.; SILVA, E. M. N.; SOUSA, B. B.; MANGUEIRA, J. M. **A produção animal sob a influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino**. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. 06: 67 - 73, 2011.

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados á produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.

PIRES, M. F. A.; CAMPOS, DE. A. T. **Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite**. Comunicado técnico 42, Juiz de Fora, MG, 2004.

SANTOS, R. **Os cruzamentos na pecuária moderna**. Editora Agropecuária Tropical, 1999.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. **Economic loses from heat stress by US livestock industries**, Journal of Dairy Science. 8: 52 - 77, 2003.

SULLIVAN, M. L.; CAWDELL-SMITH, A. J.; MADER, T. L.; GAUGHAN, J. B. **Effect of shade area on performance and welfare os short-fed feedlot cattle**. American Society of Animal Science, v. 89, p. 2911- 2925, 2014.

## INFLUÊNCIA DA PROGESTERONA ENDÓGENA NA QUANTIDADE E NA QUALIDADE OOCITÁRIA DE VACAS DA RAÇA NELORE

**Rafael Augusto Satrapa**

Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento  
Cidade – Estado

**Erica Sousa Agostinho**

Universidade Federal do Acre - UFAC  
Rio Branco – Acre

**Daniel Ribeiro Guimarães de Menezes**

Universidade Federal do Acre - UFAC  
Rio Branco – Acre

**Dagoberto de Almeida Junior**

Universidade Federal do Acre - UFAC  
Rio Branco – Acre

**RESUMO:** O objetivo deste estudo foi comparar a influência do Corpo Lúteo (CL) na quantidade e qualidade de oócitos de ovários de abatedouro. As amostras foram coletadas em abril e maio de 2016. Imediatamente após a coleta, os ovários foram divididos em dois grupos experimentais: vacas prenhes (N = 3) e não gestantes (N = 3), acondicionadas em frascos individualizados contendo solução (NaCl 0,9 %, temperatura ambiente) e transportados para o laboratório da Unidade de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária da Universidade Federal do Acre. Após aspiração, o líquido folicular foi depositado em tubo ependofe de 10 mL e, após a sedimentação, os oócitos foram depositados em placas de petri contendo tampão fosfato salino

(PBS), selecionados e classificados em quatro categorias de acordo com suas características (Grau I - ótimo, II - bom, III - regular e IV - nu).

**PALAVRAS-CHAVE:** bovino, oócito, corpo lúteo, morfologia, PIV

**ABSTRACT:** The objective of this study was to compare the influence of the Luteal Body (CL) on the quantity and quality of oocytes from slaughterhouse ovaries. The samples were collected in April and May 2016. Immediately after collection, the ovaries were divided into two experimental groups: pregnant cows (N=3) and non-pregnant cows (N=3), packed in individualized bottles containing solution (NaCl 0.9%, room temperature) and transported to the laboratory of the Veterinary Medicine Teaching and Research Unit of the Federal University of Acre. After aspiration, the follicular fluid was deposited in a 10 mL centrifuge tube and, after sedimentation, the oocytes were deposited in petri dishes containing phosphate buffered saline (PBS), selected and classified into four categories according to their characteristics (Grade I - great, II - good, III - regular and IV - nude).

**KEYWORDS:** bovine, oocyte, corpus luteum, morphology, IVP

## 1 | INTRODUÇÃO

O rebanho bovino brasileiro chegou a 212,3 milhões de cabeças em 2014, um acréscimo de 569 mil animais em relação a 2013. Com isso, o Brasil manteve-se como segundo colocado no ranking mundial, atrás apenas da Índia. (IBGE, 2014). Junior (2002) destaca que os enormes desafios representados pelo melhoramento genético e o aumento de produtividade do rebanho bovino brasileiro, nos últimos 40 anos, tiveram como principal alavanca, a utilização de biotecnologias de multiplicação animal, em diferentes fases do seu desenvolvimento e aplicação, mas todas essas novas ferramentas estabeleceram a necessidade de maior compreensão da atividade ovariana.

As fêmeas bovinas também têm sido alvo de várias pesquisas, para que o aproveitamento mais racional de seus gametas seja possível (SENEDA et al., 2002). Gordon (2003) relata que bezerras ao nascimento possuem mais de 100.000 oócitos em seus ovários e que pelas vias naturais podem gerar apenas 0,01% de produtos viáveis, totalizando por volta de dez descendentes durante a sua vida reprodutiva. Desta forma, o emprego de biotecnologias, como a Inseminação Artificial (IA) e Transferência de Embriões (TE), vêm sendo utilizadas com sucesso.

Outras técnicas, mais recentes, como a produção in vitro de embriões (PIV), têm contribuído para acelerar o melhoramento genético, ao utilizar animais provados e com características desejáveis e superiores (SANTOS, 2010). Neste sentido, o Brasil lidera o mercado mundial de produção de embriões bovinos, somadas as produções in vivo e in vitro. Do total da produção mundial de embriões bovinos, produzidos mediante ambas as técnicas descritas acima, 25% são originados no Brasil (VIANA, 2005).

A produção in vitro de embriões (PIV) vem sendo aplicada para o aumento na produção do número de embriões destinados à transferência comercial. A técnica é capaz de superar problemas como infertilidades adquiridas em vacas com alto valor econômico (GALLI et al., 2003), além de proporcionar aumento de ganho genético através da multiplicação de bovinos com grande potencial genômico (VISHWANATH, 2003). Essa técnica consiste na obtenção de oócitos a partir de vacas vivas ou mortas, que serão maturados, fertilizados e cultivados em laboratório até que o embrião se desenvolva ao estágio mórula ou blastocisto, estágios recomendados para a transferência às receptoras. Na PIV podem ser utilizadas novilhas pré-púberes, vacas em anestro pós o parto e fêmeas no 1º trimestre de gestação, a fim de produzir o animal que melhor convém ao tipo de produção, atingindo o máximo de sucesso e produtividade na atividade pecuária. (JUNIOR, A, M., 2012; CALADO et. al, 2005).

A primeira etapa da PIV consiste na obtenção de oócitos imaturos que, posteriormente, necessitam ser maturados in vitro para a sua fertilização. Os oócitos imaturos exibem uma variedade de características morfológicas visíveis por microscopia de luz, tais como o número de camadas e o grau de compactação das células do cúmulus e a homogeneidade do citoplasma (LEIBFRIED e FIRST, 1979). O

critério rotineiramente utilizado pela quase totalidade dos laboratórios para seleção de oócitos está relacionado à morfologia do complexo cumulus-oócito (CCO) e aspecto do citoplasma, classificados em quatro categorias (Grau I a IV; KHURANA e NIEMANN, 2000).

Um dos fatores que pode interferir na fertilização do oócito e, conseqüentemente, na taxa final de blastocistos resultante da PIV é a qualidade oocitária e sua maturação *in vitro*. Apesar do grande avanço na produção de embriões bovinos, os resultados de maturação oocitária em condições de cultivo são insatisfatórios, quando comparados à maturação *in vivo*. Vale ressaltar que a maturação oocitária é uma das etapas determinantes para o sucesso da técnica e resultados ruins nesta fase alteram drasticamente a taxa final de embriões produzidos (EPPIG, 2001; GILCHRIST et al., 2004; MCNATTY et al., 2004).

Mota (2008) ressalta que a capacidade de desenvolvimento de oócitos varia com o tamanho do folículo, morfologia dos CCOs e grau de expansão do cumulus, sugerindo que o potencial de desenvolvimento oocitário é determinado pela interação de múltiplos fatores. Os oócitos de bovinos apresentam um ooplasma escuro que pode prejudicar a seleção, ao contrário do encontrado em humanos, onde a presença de grânulos e vacúolos é facilmente identificado (BORININI et al., 2005).

Portanto, conhecer melhor os mecanismos que controlam a maturação oocitária e os fatores que as influenciam, como a própria qualidade do oócito, é fundamental para melhorar os resultados da técnica de PIV de embriões. Dentre estes fatores, se observa a presença ou ausência de um corpo lúteo (CL).

O CL é uma glândula endócrina que se forma no ovário, após uma ovulação, e contribui para a regulação do ciclo estral e manutenção da gestação. A principal função do CL é secretar progesterona (P4) durante o ciclo estral bem como durante a gestação (SCHAMS e BERISHA, 2004).

Vacas com CL apresentaram melhor desempenho que as vacas sem a presença de CL em relação às seguintes variáveis: maior número de ovócitos coletados dos dois ovários, mais ovócitos de melhor qualidade, mais zigotos que clivaram, além de produzirem, em geral, maior número de embriões aos 7 dias após a fecundação *in vitro* (REIS et al. 2006). Além disso, Machatková et al., (1996) observaram maior produção *in vitro* de embriões quando oócitos foram aspirados durante o predomínio de CL na gestação. Entretanto, Machatková et al. (2000; 2004) sugeriram que os melhores resultados em todas as etapas da PIV eram provenientes da aspiração de ovócitos durante a fase de crescimento folicular, com ausência de CL.

Frente às contradições da literatura em relação à influência do CL na morfologia oocitária, objetivou-se com esse estudo avaliar, de forma comparativa, a quantidade e a qualidade de oócitos oriundos de vacas gestantes (presença de CL e conseqüente exposição prolongada à progesterona) e não gestantes (ausência de CL ativo) oriundas de abatedouros.

## 2 | HIPÓTESE

A quantidade e a qualidade de oócitos oriundos de vacas gestantes são superiores, quando comparadas a vacas não gestantes.

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Coletas dos ovários

A coleta de ovários (n=3) de vacas anelradas foi realizada no abatedouro Frigorífico Nosso - Frigonosso, localizado na Rodovia Ac-01, km 28, Zona Rural, no município de Senador Guiomard, estado do Acre, entre os meses de abril a maio de 2016. Imediatamente, na linha de abate, os ovários foram coletados com auxílio de uma tesoura cirúrgica e armazenados, de acordo com os grupos experimentais (Grupos Gestantes e Não Gestantes), em garrafas térmicas individualizadas e identificadas, contendo solução salina (NaCl 0,9%, temperatura ambiente).

A formação dos grupos experimentais foi realizada de acordo com as características gestacionais, confirmadas ou não por inspeção manual e visual no momento do abate. Após a coleta ovariana, as garrafas térmicas contendo as amostras foram transportadas ao laboratório da Unidade de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária da Universidade Federal do Acre, onde os oócitos foram aspirados e classificados.

### 3.2 Aspiração folicular e Classificação Oocitária

Os complexos cumulus-oócitos (COCs) imaturos foram aspirados de folículos (3-8 mm) utilizando agulha 19G acoplada a seringa de 10 mL. Após a aspiração, o líquido folicular foi depositado em um tubo de centrífuga de 10 mL e, após a sedimentação, os oócitos foram depositados em placas de petri contendo tampão fosfato salino (PBS). Em seguida, foram selecionados e classificados em quatro categorias de acordo com as suas características celulares (KHURANA e NIEMANN, 2000; Figura 1):

Grau I - (ótimo), CCOs compacto, com mais de três camadas de células do cumulus e oócito com citoplasma homogêneo.

Grau II - (bom), CCOs compacto, com três ou menos camadas de células do cumulus ou oócito com citoplasma levemente heterogêneo.

Grau III - (regular), oócitos parcialmente desnudos, mostrando remoção de células do cumulus em menos de 1/3 da superfície da zona pelúcida.

Grau IV - (desnudo), oócitos sem células do cumulus na maior parte da superfície da zona pelúcida e/ou vacuolização e encolhimento do citoplasma.



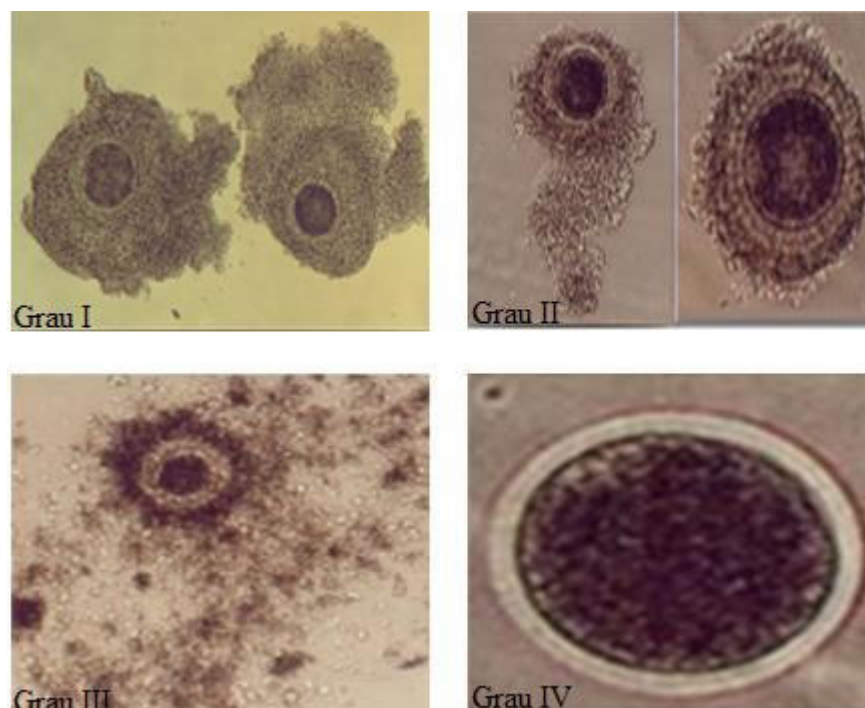


Figura 1 – Classificação dos oócitos de acordo com o grau de compactação das células do cumulus (I, II, III e IV). (HANSEN, P.J. 2004).

### 3.3 Análises Estatísticas

As médias dos números e das porcentagens dos oócitos aspirados de vacas gestantes e não gestantes foram comparadas, de acordo com suas classificações morfológicas, por meio de análise de variância ANOVA (programa Minitab for Mac; Copyright 2016, Minitab), sendo consideradas diferentes as comparações com  $p < 0,05$ .

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram aspirados 721 oócitos (Tabela 1), sendo 358 de vacas gestantes e 363 de vacas não gestantes. Nas vacas gestantes, 113, 118, 107 e 20 oócitos foram classificados em GI, GII, GIII e GIV, respectivamente, enquanto que 84, 96, 140 e 43 oócitos de vacas não gestantes foram classificados em GI, GII, GIII e GIV, respectivamente.

	Gestante				Não Gestante			
	Grau I	Grau II	Grau III	Grau IV	Grau I	Grau II	Grau III	Grau IV
Coleta 1	45	50	46	7	33	35	56	18
Coleta 2	35	32	34	6	30	31	53	15
Coleta 3	33	36	27	7	21	30	31	10
TOTAL	113	118	107	20	84	96	140	43

Tabela 1. Número de oócitos aspirados em três coletas de ovários de vacas gestantes e não gestantes classificados de acordo com a qualidade morfológica em graus I (GI-ótimo), II (GII-bom), III (GIII-regular) e IV (GIV-desnudo).

Quando a média do número de oócitos aspirados foi analisada (Figura 2), observou-se diferença significativa somente entre os de grau IV, sendo que, em vacas não gestantes, foram numericamente superiores ( $14,3 \pm 4,0$ ), quando comparados aos de gestantes ( $6 \pm 0,57$ ).

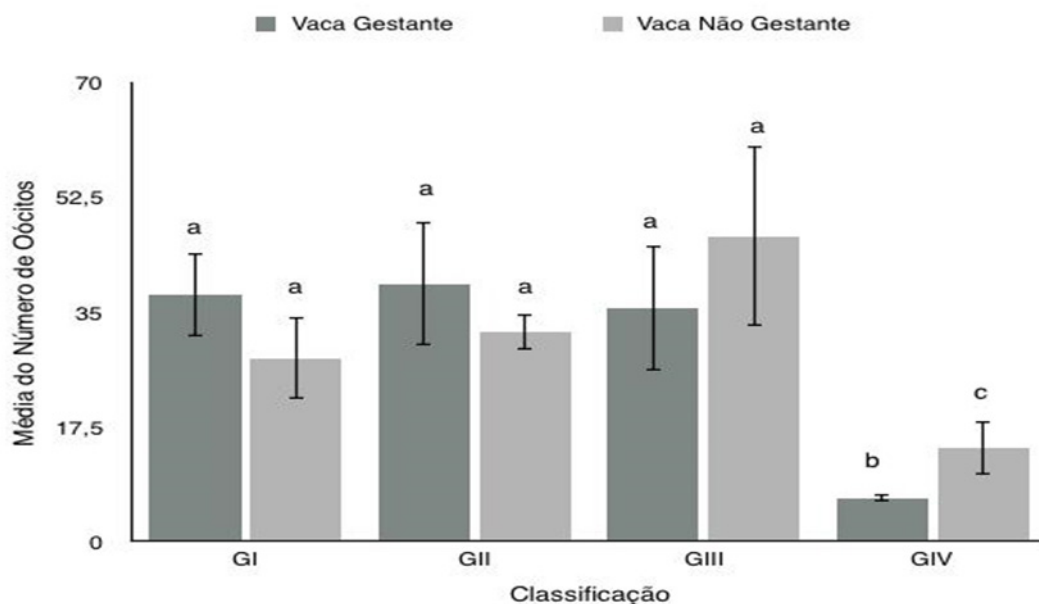
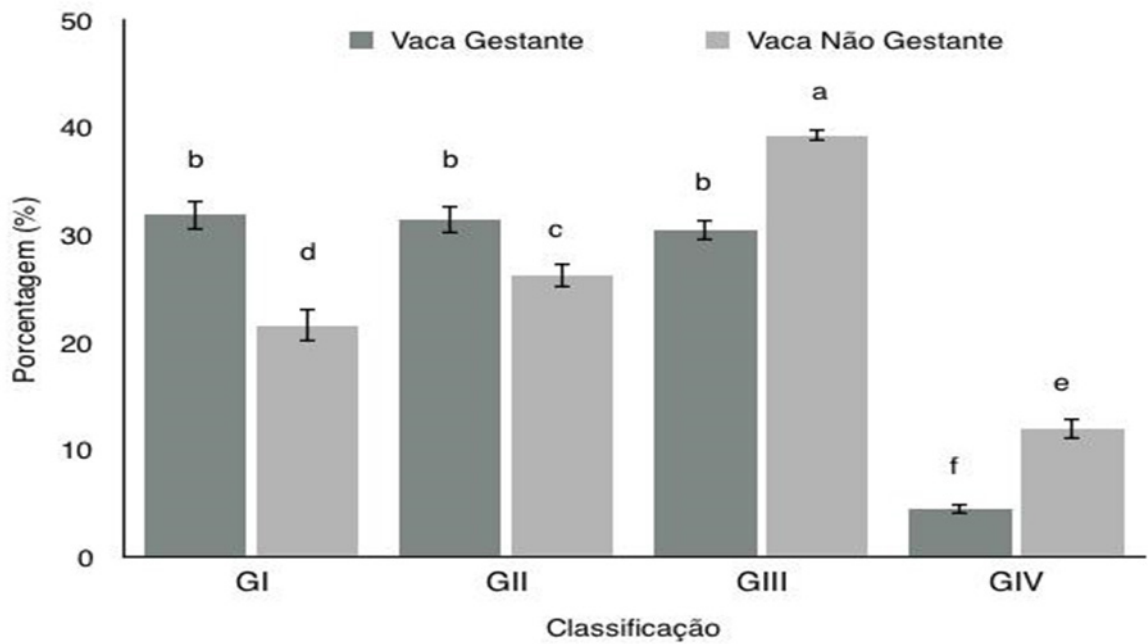


Figura 2. Média ( $\pm$ DPM) do número de oócitos aspirados de vacas gestantes e não gestantes, classificados de acordo com a qualidade morfológica em graus I (GI-ótimo), II (GII-bom), III (GIII-regular) e IV (GIV-desnudo). Letras diferentes,  $p < 0,05$ .

Além disso, as médias das porcentagens dos oócitos de melhor qualidade morfológica (GI e GII) foram superiores ( $31,9 \pm 1,3\%$  e  $31,4 \pm 1,2\%$ , respectivamente;  $p < 0,05$ ) nas vacas gestantes, quando comparadas às de vacas não gestantes ( $21,6 \pm 1,5\%$  e  $26,3 \pm 1,1\%$ , respectivamente; Figura 3). As porcentagens dos oócitos de pior qualidade (GIII e GIV) foram superiores ( $39,3 \pm 0,5\%$  e  $12,0 \pm 1,0\%$ , respectivamente;  $p < 0,05$ ) nas vacas não gestantes, quando comparadas às vacas gestantes ( $30,5 \pm 1,0$  e  $4,5 \pm 0,5\%$ , respectivamente; Figura 3).



**Figura 3.** Média ( $\pm$  DPM) da porcentagem de oócitos aspirados de vacas gestantes e não gestantes, classificados de acordo com a qualidade morfológica em graus I (GI-ótimo), II (GII-bom), III (GIII-regular) e IV (GIV-desnudo). Letras diferentes,  $p < 0,05$ .

Comparando vacas aneloradas gestantes e não gestantes, Barbosa et al. (2013) reportaram que a presença de CL não influenciou sobre a qualidade oocitária em vacas não gestantes, mas houve maior número de oócitos melhor qualidade (GI) nos animais prenhes, corroborando os resultados do presente estudo. De forma similar, Meintjes et al. (1995) e Sauvé (1998) constataram que vacas gestantes podiam ser submetidas à técnica de aspiração folicular por via vaginal, durante o primeiro e segundo trimestre de gestação, respectivamente, sem que houvesse prejuízo ao feto ou mesmo à vaca, achado este que confere viabilidade à presente pesquisa e sustenta o resultado obtido na mesma.

Além disso, Pfeifer et al. (2009), mimetizando a fase gestacional com tratamento exógeno de progesterona em animais mestiços (zebuínos x taurinos), observaram números superiores de oócitos totais (6,80 vs 3,40,  $p < 0,05$ ), de oócitos viáveis (64,85% vs 46,60%,  $p < 0,05$ ) e de blastocistos (1,05 vs 0,4,  $p < 0,05$ ) do que em animais com baixas concentrações de progesterona, respectivamente.

Entretanto, os resultados do presente trabalho discordam dos de Domínguez (1995), que observou menos folículos aptos à aspiração em vacas gestantes do que em vazias e cíclicas. Não obstante, Takuma et al. (2010) observaram quantidades e qualidades oocitárias semelhantes entre animais gestantes e não gestantes. Porém, notaram maiores taxas de clivagem de blastocistos em vacas gestantes, quando comparadas às não gestantes, indicando uma maior qualidade nesta categoria de animal, indo de encontro com os presentes resultados.

Por sua vez, Sakate et al. (2013) observaram que a morfometria ovariana mostrou

similaridade a outros estudos em fêmeas zebuínas e a presença de CL não alterou a qualidade oocitária, diferindo dos resultados observados no presente experimento. Além disso, Machatková et al. (2004) notaram melhor qualidade dos COC's obtidos de ovários com CL recentemente formados (três dias pós-cio) porém, a presença de um CL funcional, não proporcionou melhoria na qualidade oocitária e a taxa de produção de embriões foi significativamente maior em ovários sem CL. De forma semelhante, ao investigar se a morfologia e qualidade dos COC's estariam relacionadas com a fase de desenvolvimento folicular e pela presença do CL, Vassena et al. (2003) não observaram efeito do CL e nas características morfológicas dos oócitos, contrariando, mais uma vez, os achados do presente estudo.

Embora a qualidade oocitária e o número de camadas de células do cumulus não assegurem a capacidade dos oócitos em se desenvolverem de forma eficiente, há indicativos de sua viabilidade (FERNANDES et al., 2001), já que as células do cumulus têm ligação direta com o ooplasma, permitindo o transporte de nutrientes, controle do metabolismo, bem como a maturação nuclear e citoplasmática (HIRSHFIELD, 1991).

O oócito pode ter seu potencial de maturação, fecundação e capacidade de desenvolvimento embrionário avaliado pela aparência do CCO. Morfologicamente, os oócitos de melhor potencial de viabilidade devem apresentar ooplasma homogêneo com granulações finas, de coloração marrom e completamente envolvidas por camadas de células do cumulus dispostas de forma compacta (GONÇALVES et al., 2008). Segundo Corrêa (2006), melhores resultados de maturação, fecundação e de desenvolvimento embrionário são alcançados na presença desse tipo celular.

Desta forma, os resultados apresentados no presente trabalho trouxeram um melhor entendimento do momento da aspiração folicular em bovinos, seja ela na fase estral ou mesmo gestacional, e servirão de base para o aprimoramento desta técnica, com consequente aumento na obtenção de oócitos em maior número e de maior qualidade, levando a um incremento na PIV de embriões bovinos.

## 5 | CONCLUSÕES

Verificou-se que os oócitos de melhor qualidade morfológica (G I e G II) foram identificados em folículos de vacas gestantes em relação as vacas não gestantes.

Os oócitos de pior qualidade (GIII e GIV) foram identificados em folículos de vacas não gestantes.

Os resultados sugerem correlação positiva entre a qualidade oocitária e a fase gestacional do animal (presença de CL e manutenção da concentração plasmática de progesterona).

Além disso, o número absoluto de oócitos de grau IV em vacas não gestantes foi superior ao de mesmo grau em vacas gestantes.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

São necessários mais estudos para comprovar a acurácia dos resultados, pois apesar da possibilidade de se aumentar o número de descendentes de doadoras que foram abatidas, a PIV de embriões a partir de oócitos de abatedouro possui limitações, como o tempo de transporte do matadouro ao laboratório, o desconhecimento acerca do estado de saúde, nutricional, padrão hormonal dos animais e, principalmente, a impossibilidade de repetição da técnica para um mesmo animal, já que os ovários são obtidos com o óbito do mesmo. Porém, a técnica de classificação oocitária aplicada a PIV, leva a uma melhora dos índices reprodutivos do rebanho resultando em aumento da produção, o que é necessário para suprir o aumento da demanda nacional.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, C. O.; TONIOLLO, G. H.; GUIMARÃES, E. C. **Produção in vitro de embriões de bovinos da raça nelore oriundos de ovócitos de ovários com e sem corpo lúteo**. Ci. Anim. Bras., Goiânia, v.14, n.1, p. 81-90, jan./mar. 2013.
- BORINI et al. **Predictive factors for embryo implantation potential**. Reproductive BioMedicine Online. v. 10. p. 653-668. 2005.
- CALADO, A. M.; ROCHA, E.; COLAÇO, A.; SOUSA, M. **Estudo estereológico comparativo de complexos cumulus-ovócito aspirados de folículos durante o ciclo estral em bovinos**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.57, n.4, p.465-475, 2005.
- CORRÊA, G. A. **Tensão de oxigênio durante o cultivo in vitro de embriões bovinos: efeito na produção e expressão de genes relacionados ao estresse oxidativo**. 2006. 76 f. Mestrado (Produção animal) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- DOMÍNGUEZ, M. M. **Effects of body condition, reproductive status and breed on follicular population and oocyte quality in cows**. Theriogenology, v. 43, n. 8, p. 1405-1418, 1995.
- EPPIG, J. J. **Oocyte control of ovarian follicular development and function in mammals**. Reproduction, v. 122, n. 6, p. 829-38, 2001.
- FERNANDES, C. E. et al. **Efeito estacional sobre características ovarianas e produção de oócitos em vacas Bos indicus no Mato Grosso do Sul**. Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 38, n. 3, p. 131-135, 2001.
- GILCHRIST et al. **Oocyte-somatic cell interactions during follicle development in mammals**. Anim Reprod Sci, v. 82-83, p. 431-46, 2004.
- GONÇALVES, P. B. D et al. **Biotecnologias da reprodução animal: produção in vitro de embriões bovinos**. Ciência Veterinária Tropical, v. 11, suplemento 1, p.135-138, abril, 2008.
- GORDON, I.R. **Laboratory production of cattle embryos. 2. ed. London: CABI Growth phase of the first follicular wave for bovine oocyte collection improves blastocyst production**. Theriogenology, v. 54, n. 4, p. 543-550, 2000.
- HANSEN, P.J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction and Science**, v.82– 83, p.349–60, 2004.

Brasil, 2014. Disponível em:< [http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2014\\_v42\\_br.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2014_v42_br.pdf) >. Acesso em: 20 de Março de 2017.

JÚNIOR, A. M. **Desenvolvimento de incubadora portátil para a maturação in vitro de oócitos bovinos**. 2002. Dissertação (Mestrado em Patologia da Reprodução) Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

KHURANA, N. K.; NIEMANN, H. **Energy metabolism in preimplantation bovine derived in vitro or in vivo**. *Biology Reproduction*, v. 62, n. 4, p. 847-856, 2000.

LEIBFRIED, L; FIRST, N. L. **Characterization of bovine follicular oocytes and their ability to mature in vitro**. *Journal of Animal Science*. v.48, n.1, p.76-86, 1979.

MACHATKOVÁ, M et al. **Utilization of the growth phase of the first follicular wave for bovine oocyte collection improves blastocyst production**. *Theriogenology*, v. 54, n. 4, p. 543-550, 2000.

MACHATKOVÁ, M. et al. **Developmental competence of bovine embryos derived from oocytes collected at various stages of the estrous cycle**. *Theriogenology*, v. 45, n. 4, p. 801-810, 1996.

MACHATKOVÁ, M. et al. **Developmental competence of bovine oocytes: effects of follicle size and the phase of follicular wave on in vitro embryo production**. *Theriogenology*, v. 61, n. 3, p. 329-335, 2004.

MCNATTY, K. P. et al. **The oocyte and its role in regulating ovulation rate: a new paradigm in reproductive biology**. *Reproduction*, v. 128, n. 4, p. 379-86, 2004.

MEINTJES et al. **Transvaginal aspiration of oocytes from hormone-treated pregnant beef for in vitro fertilization**. *Journal of Animal Science*, v. 73, n. 4, p. 967-974, 1995.

MOTA, G. B. **Desenvolvimento e expressão gênica em oócitos bovinos imaturos selecionados por azul cresil brilhante**. Dissertação. Viçosa, MG. Brasil. 2008.

PFEIFER, L. F. M. et al. **Effect of circulating progesterone on in vitro developmental competence of bovine oocytes**. *Animal Reproduction*, v. 6, n. 3, p. 473-480, 2009.

REIS, A. et al. **Efeito da estrutura ovárica e da idade de bovinos da raça Holstein Friesian na quantidade e qualidade de ovócitos e de embriões produzidos in vitro**. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 43, n. 5, p. 629-636, 2006.

SAUVÉ, R. **Ultrasound guided follicular aspiration and in vitro fertilization**. *Arquivos da Faculdade de Veterinária UFRGS*, v. 26, n. 1, p. 141-155, 1998.

SANTOS, K. J. G. **Efeito da progesterona exógena na produção de embriões em novilhas gir e girolando** 2010. f. 124. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SCHAMS, D.; BERISHA, B. **Regulation of Corpus Luteum Function in Cattle – an Overview**. *Reproduction in Domestic Animals*, v. 39, n. 4, p. 241–251, 2004.

SENEDA, M. M.; ESPER, C. R.; GARCIA, J. M.; ANDRADE, E. R. **Aspectos técnicos e biológicos da obtenção de oócitos bovinos: revisão de literatura**. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 23, n. 1, p. 101-110, jan./jun. 2002.

SKATE, N. M. et al. **Morfometria ovariana e a qualidade dos oócitos de vacas zebuínas abatidas**.



Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient. Curitiba, v. 11, n. 3, p. 223-228, 2013.

TAKUMA, T.; OTSUBO, T.; KUROKAWA, Y.; OTOI, T. **Effects of season and reproductive phase on the quality, quantity and developmental competence of oocytes aspirated from Japanese black cows.** The journal of reproduction and development, v. 56, n. 1, p. 55-59, 2010.

VIANA, J. H. M. A produção mundial de embriões em 2004. **O Embrião - Um Jornal da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões**, v. 25, p. 4-5, 2005.

VISHWANATH, R. **Artificial insemination: the state of the art.** Theriogenology, v. 59, n. 2, p.571-84, 2003.

## USO DA MEMBRANA DE CELULOSE BACTERIANA (NANOSKIN®) EM FERIDAS EXPERIMENTAIS NA ESPÉCIE OVINA

### **Camila Sabino de Oliveira**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba  
(FMVA)  
Araçatuba – São Paulo

### **Flávia de Almeida Lucas**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba  
(FMVA)  
Araçatuba – São Paulo

### **Fernanda Bovino**

Fundação Educacional de Andradina (FEA),  
Faculdade de Ciências Agrárias de Andradina  
(FCAA)  
Andradina – São Paulo

### **Matheus de Oliveira Souza Castro**

Universidade Estadual Paulista (UNESP),  
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba  
(FMVA)  
Araçatuba – São Paulo

**RESUMO:** As feridas em animais de produção ocorrem em decorrência de traumas e geralmente cicatrizam por segunda intenção. A celulose bacteriana (CB) tem sido intensamente estudada e avaliada como material de reparação do tecido e vários diferentes produtos da CB vêm tendo sucesso ao serem aplicados na cicatrização da pele. Com este trabalho, objetivou-se efetuar a avaliação clínica e

termográfica do uso da membrana de celulose (Nanoskin®) em feridas experimentalmente induzidas nas regiões metacarpiana e metatarsiana de ovinos. Foram utilizadas doze ovelhas, adultas e híginas. Com o uso de um molde, as feridas foram confeccionadas retirando-se a espessura total da pele nas regiões laterais do metacarpo e metatarso. Todas as feridas foram tratadas diariamente com solução fisiológica a 0,9% e mantidas com atadura trocadas diariamente após o curativo. As avaliações clínica e termografia foram realizadas imediatamente antes e após a confecção das feridas e aos 3, 7, e 15 dias de pós-operatório. Os dados das áreas foram submetidos à análise de variância em parcelas subdivididas com medidas repetidas no tempo e taxa de contração das feridas à análise de variância em parcelas subdivididas, seguido do teste de Tukey para comparações múltiplas de médias. As temperaturas obtidas (centro e bordas) com a avaliação termográfica foram analisadas através de análise de variância e teste t de Student, empregando-se o programa SAS (Statistical Analysis System).

**PALAVRAS-CHAVE:** cicatrização, feridas, ovinos.

## USE OF BACTERIAL CELLULOSE MEMBRANE (NANOSKIN®) IN EXPERIMENTAL WOUNDS IN SHEEP

**ABSTRACT:** Wounds in production animals occur as a result of trauma and usually heal by second intention. Bacterial Cellulose (BC) has been intensively studied and evaluated as a tissue repair material and several different BC products have been successful in the healing of the skin. The objective of this work was to evaluate the clinical and thermographic evaluation of cellulose membrane (Nanoskin®) in experimentally induced wounds in the metacarpal and metatarsal regions of sheep. Were used twelve sheep, adult and healthy. With the use of a mold, wounds were made by removing the full thickness of the skin in the lateral regions of the metacarpal and metatarsus. All wounds were treated daily with 0.9% saline and kept with bandage changed daily after dressing. Clinical evaluation and thermography were performed immediately before and after wound dressing and at 3, 7, and 15 postoperative days. The data of the areas were submitted to analysis of variance in subdivided plots with repeated measures in time and rate of contraction of the wounds to the analysis of variance in subdivided plots, followed by the Tukey test for multiple comparisons of means. The temperatures obtained (center and edges) with thermographic evaluation were analyzed through analysis of variance and Student's t-test, using the SAS (Statistical Analysis System) program.

**KEYWORDS:** healing, wounds, sheep.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os animais de produção, incluindo a espécie ovina, estão predispostos à ocorrência de traumas que, na maioria das vezes resultam em lesões cutâneas e estas, geralmente, cicatrizam-se por segunda intenção.

Acicatrização é um processo fisiológico que se inicia a partir da perda de integridade da pele, gerando solução de continuidade que atinge os planos subjacentes em diversos graus. Pode ocorrer por primeira intenção, segunda intenção ou fechamento primário retardado, dependendo do tipo de ferida, localização, contaminação e viabilidade do tecido (KENT LLOYD, 1992). Consiste em uma ordenada progressão de eventos visando restabelecer a integridade do tecido danificado. A sequência de eventos que repara o dano é classificado em três fases que se sobrepõem: inflamação, proliferação e remodelação do tecido (STASHAK, 1991).

A fase inflamatória inicia-se imediatamente após a ocorrência da lesão, com liberação de mediadores químicos (BARRETO-NETTO et al., 1984; BANKS, 1992). Após seis horas, dá-se início a fase de debridamento, com a presença de neutrófilos e macrófagos. Na sequência, ocorre a epitelização da superfície da ferida, migração de fibroblastos formadores de colágeno, formação de tecido de granulação e contração da ferida, caracterizada pela redução da ferida por movimento centrípeto da pele,

fase denominada de reparação. A fase de maturação consiste na modificação das fibras de colágeno, que se tornam mais compactas e densas, redução do número de fibroblastos e orientação definitiva das fibras de colágeno. Esta fase pode durar de meses a anos para se completar (STASHAK, 1991; KENT LLOYD, 1992).

A cicatrização por segunda intenção é descrita com diferentes fases e características. Inicia-se com a hemorragia e formação de coágulo e crosta, continua com a limpeza da ferida, esta decorrente de exsudação fibrinosa formadora de crosta por ressecamento e contendo leucócitos ativos para a eliminação de microrganismos e corpos estranhos, ocorrendo, então, a formação do tecido de granulação composto por fibroblastos, neovascularização e miofibroblastos, sendo os miofibroblastos os responsáveis pela retração da ferida (ANDRADE, 1999; BAXTER, 1988; KNOTTENBELT, 1997; SWAIM e HENDERSON, 1997).

As feridas de pele prejudicam o fluxo sanguíneo cutâneo, alterando a perfusão tecidual e o fornecimento de oxigênio devido à ruptura de vasos, além de vasoconstricção periférica de origem simpática (CELESTE et al., 2013).

A neovascularização é fundamental para o processo cicatricial fornecendo nutrientes e oxigênio para nutrir o tecido de reparação no leito da ferida. (COCKBILL e TURNER, 1995). Os fibroblastos preenchem o leito da ferida e sintetizam componentes da matriz extracelular, que formará um suporte durante a angiogênese. À medida que o fluxo sanguíneo e oxigenação são restabelecidos, o principal fator desencadeador da angiogênese é reduzido e os vasos neoformados começam a diminuir. Apoiando-se no tecido de granulação a partir de diversos pontos, há a epitelização da lesão e deposição colágena no tecido formador de cicatrização (ANDRADE, 1999; BAXTER, 1988; KNOTTENBELT, 1997; SWAIM e HENDERSON, 1997).

A espécie ovina é um dos modelos experimentais mais utilizados para traumas e queimaduras. É uma espécie de produção animal, e principalmente as fêmeas são dóceis e quietas, facilitando o manejo (TRABER et al., 2001). Barroso et al. (2010) comparando a utilização de água (controle), Barbatimão, Líquido de Dakin e Iodopovidona na cicatrização de pele ovina, concluíram, na análise macroscópica das feridas resultados superiores nas feridas tratadas apenas com água. A espécie ovina demonstra ser ideal para a experimentação, principalmente antes de se testar novos tratamentos em outros animais que sabidamente apresentam o processo cicatricial mais dificultoso.

A engenharia de tecido, conhecida como “medicina regenerativa”, é projetada para reparar lesões. Para tal, utiliza-se de tecidos cultivados em laboratórios, materiais e implantes artificiais, incluindo uma grande variedade de membranas biológicas e sintéticas (KIM et al., 2008). No tratamento de feridas, entre outros compostos, a Celulose Bacteriana (CB) tem se destacado pelas propriedades de biocompatibilidade, maleabilidade, elasticidade, transparência, capacidade de manter o ambiente da ferida úmido e absorver os exsudatos inflamatórios. A CB tem sido intensamente estudada e avaliada como material de reparação do tecido e diferentes variações da CB têm

sido aplicadas com sucesso na cicatrização da pele comprovando sua qualidade (LINA et al., 2011). As membranas de celulose apresentam um grande potencial para liberação gradativa de fármacos, pois possuem grande área de superfície e excelente capacidade de carga, fundamentais para o processo (PERES et al., 2016).

A nano membrana de celulose bacteriana Nanoskin® é produzida pela fermentação de bactérias Gram-negativas do gênero *Glucanacetobacter xylinus*, em meio de cultura na estrutura 3-D pura, consistindo de uma rede ultra fina de nanofibras de celulose. Com características nanométricas, constitui um material ideal para uso como substitutos de pele (OLYVEIRA et al., 2013).

Olyveira et al. (2013) destacam as características relacionadas ao tamanho e distribuição das nanofibras, propriedades mecânicas, compatibilidade e capacidade de moldar a superfície. Possui uma boa adesão celular e é um material extremamente eficaz para regeneração tissular (ACASIGUA et al., 2014). As propriedades naturais e a constituição da membrana Nanoskin são parecidas com a matriz extracelular, permitindo uma interação intrínseca com as células, além de ser degradável e biocompatível (OLYVEIRA et al., 2013). Este material tem sido estudado como repositor de volume na cavidade anoftálmica. (MUSSI et al., 2016). O uso desta membrana como auxiliar de cicatrização de úlceras e feridas é relatado por alguns autores (CAVALCANTI et al., 2017).

A termografia é usada para construir um mapa bidimensional das diferenças de temperatura em toda a pele e é usada como medida indireta do fluxo sanguíneo, a qual mede a radiação eletromagnética emitida pela pele. Com o uso de câmeras e softwares, é gerado um código de imagem de cores (escala de cores ou tons de preto e branco) reconhecível ao olho humano (WRIGHT, KRONER e DRAIJER, 2006).

O aquecimento superficial da pele é influenciado pela circulação local e pelo metabolismo do tecido, que é constante. As áreas com metabolismo mais elevado apresentam temperaturas mais altas do que áreas com menor atividade metabólica. As variações de temperatura da superfície são causadas por alterações na perfusão local. A vascularização de uma região corpórea com o seu suprimento sanguíneo são as bases de representação termográfica (REDAELLI et al., 2014).

O termógrafo é o equipamento que realiza a leitura de ondas eletromagnéticas de frequências infravermelhas emitidas pela superfície de um corpo (EDDY et al., 2001). A interpretação dos termogramas se baseia na leitura de padrões de contraste. Desde que se conheça previamente o padrão de distribuição de cores/temperaturas fisiológico para determinada região, a identificação de alterações pode ser feita pela localização de zonas quentes (hot spots) e zonas frias (cold spots). Não existe uma regra de temperatura para esta classificação, por isso, é fundamental conhecer previamente o padrão normal regional para que se possa de fato identificar padrões de alteração (TURNER, 2003).

A termografia facilita consideravelmente o diagnóstico feito pelos médicos veterinários em seus respectivos pacientes, uma vez que este tipo de exame não

possui nenhuma restrição médica, contraindicação ou efeitos colaterais. Ao contrário, ela é uma técnica não invasiva, indolor, isenta de emissão de radiação pelo aparelho, e além desses benefícios, permite mensurar com precisão as variações de temperatura e inspecionar grandes superfícies corpóreas em breve período de tempo (GATTO, 2009). Pode ser considerada um método que traduz uma resposta fisiológica, fornecendo uma avaliação em tempo real de mudanças ao longo do tempo, criando uma imagem dinâmica do objeto. Esta característica representa uma vantagem considerável em relação a outras técnicas de imagem que oferecem representações apenas estáticas, tais como radiografia, tomografia, e ressonância magnética (REDAELLI et al., 2014).

Na medicina, a TI é uma importante ferramenta para avaliação de processos inflamatórios, refletindo alterações de temperatura em tecidos mais profundos (BASILE et al., 2010). Utilizando-se da TI na monitoração do processo cicatricial de úlceras neuropáticas em pés de pacientes diabéticos, Armstrong e Lavery (1996), afirmaram que a TI é um bom método para o diagnóstico, avaliação e acompanhamento dos tratamentos instituído em pacientes portadores de úlceras diabéticas.

Ao atendimento clínico de ovinos, a TI pode auxiliar o atendimento na detecção de mastites (MARTINS et al., 2013), na constatação de febre associada a processos virais (DIEGO et al; 2013), na endotoxemia (Gerardi, 2012), em processos de hipotermia em prematuros (BOVINO, 2015), entre outros.

A TI é um método em que não há contato com a superfície do paciente. Contudo, alguns cuidados devem ser tomados para a obtenção de um bom exame termográfico, com o mínimo de interferências de agentes externos. O ambiente deve ser fechado, ao abrigo de luz solar, correntes de ar e outras interferências ambientais, além da temperatura aferida. O paciente deve permanecer por um período de dez a vinte minutos no ambiente antes da realização do exame com o objetivo de adaptação à temperatura local e a medição deve ser realizada a uma distância padronizada, cerca de 0,9 cm a 1 m da região a ser verificada (TURNER, 1998; BASILE et al., 2010; OKADA et al., 2013; REDAELLI et al., 2014).

O presente estudo teve por objetivos: a comparação da cicatrização das feridas nos membros dos ovinos que receberam a membrana de celulose com os que não receberam; avaliar as alterações de temperatura durante o processo cicatricial, por meio da termografia; mensurar e comparar o tempo necessário (em dias) para a completa cicatrização das feridas nos membros dos ovinos, com e sem uso da membrana de celulose.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas doze ovelhas, da raça Suffolk, fêmeas, adultas e híginas. Durante o período experimental, os animais permaneceram em baias e foram submetidos a um período de adaptação de 15 dias com regime alimentar padronizado: ração comercial para ovinos (1,5% do peso corpóreo), silagem e água ad libitum. Para determinar a



higidez dos animais, estes foram submetidos a exames clínicos e laboratoriais. No período de adaptação, foi aplicado, individualmente, vermífugo à base de Monepantel na dose de 2,5 mg/kg, via oral e vacina contra clostridioses na dose de 2mL por animal, via subcutânea. O experimento foi realizado nas dependências do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba (FMVA), UNESP, Araçatuba –SP.

Os animais foram divididos aleatoriamente; seis tiveram feridas realizadas nos membros torácicos e a outra metade nos membros pélvicos. Entre aqueles que sofreram feridas no membro torácico, três dos animais tiveram como controle o membro torácico direito e como tratamento o esquerdo com o uso da membrana de celulose (MC); a outra metade recebeu o tratamento no direito e o controle no esquerdo. O mesmo esquema foi utilizado para os procedimentos nos membros pélvicos.

Antes do procedimento cirúrgico, foi realizado jejum hídrico e alimentar de seis e 12 horas, respectivamente. A tricotomia do local a ser trabalhado realizou-se 12 horas antes do procedimento cirúrgico, diminuindo a possibilidade de uma infecção associada a danos aos folículos pilosos.

Após a contenção, os animais foram sedados com cloridrato de xilazina a 2% (0,1mg/kg) pela via intramuscular. Após a antissepsia local com solução de álcool iodado a 5%, foi efetuado bloqueio local infiltrativo com o uso de cloridrato de lidocaína a 2% sem vasoconstritor ao redor do local a ser incisado. As feridas foram confeccionadas com o auxílio de um bisturi com lâmina nº24 e um molde de material esterilizável quadrangular com um cm de lado, para a remoção do fragmento de pele. A profundidade da excisão incluiu pele e tecido subcutâneo. Após a cirurgia, todos os animais receberam fenilbutazona (4,4 mg /kg, por via intravenosa) a cada 24 horas durante três dias.

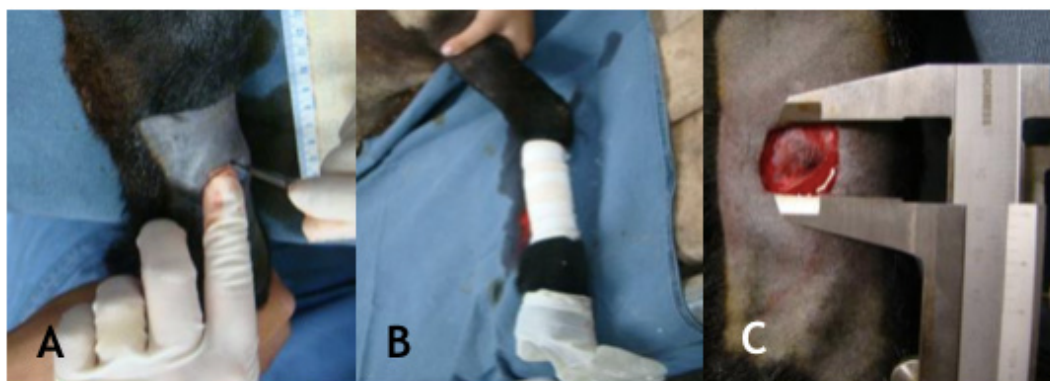


Figura 1: Imagem fotográfica ilustrando a confecção da ferida com auxílio de molde (A), cobertura da ferida com atadura (B) e mensuração da ferida com o uso de paquímetro (C).

As feridas tanto do grupo controle quanto do grupo tratamento foram submetidas a curativos com solução fisiológica a 0,9%, em dias alternados, até completa cicatrização. As feridas do grupo tratamento foram cobertas com membrana de celulose e irrigadas com solução fisiológica, tomando-se o cuidado para que todo ar entre a superfície da

ferida e a membrana fosse retirado com pressão digital. Após o curativo, as feridas foram enfaixadas com ataduras de crepe sobre uma compressa de absorvente. A membrana de celulose (Nanoskin®) foi adquirida comercialmente.



Figura 2: Imagem fotográfica ilustrando membrana Nanoskin® embalada (1), ferida antes (2) e após o recobrimento pela membrana (3).

A avaliação macroscópica das feridas iniciou-se no dia da cirurgia e continuou-se em dias alternados no momento da troca dos curativos, até completa cicatrização com a observação subjetiva das alterações presentes ou ausentes de: hemorragia local, coágulos, crostas, tecido de granulação, epitelização e exsudato, e objetiva, com documentação fotográfica e cálculo da área da ferida e taxa de contração da mesma. A mensuração da área da ferida foi realizada por meio da determinação do menor e maior diâmetro da ferida com o uso de um paquímetro universal e utilizando-se a equação matemática sugerida por Prata et al. (1988),  $A = \pi \times R \times r$ , onde A representa a área, “R” o maior raio e “r” o menor raio da lesão. A taxa de contração da ferida foi calculada pela equação proposta por Ramsey et al. (1995); taxa de contração (%) =  $100 \times (F_0 - F_A) / F_0$ , onde  $F_0$  representa a área original da ferida, logo após a sua confecção e  $F_A$  representa a área da ferida nos dias das avaliações (3, 7, 15 dias de observação), expressa sempre em porcentagem.

As avaliações termográficas foram realizadas nos mesmos dias em que as feridas foram avaliadas macroscopicamente (D0, D3, D7 e D15), entretanto houve uma medida a mais que foi realizada antes da confecção da ferida (D0A). As avaliações termográficas foram realizadas sempre no mesmo horário e feita com o uso da câmara Flir i60 (Flir Systems - USA) em tempo real, com padronização da distância de um metro da pele íntegra. Após a obtenção das imagens, estas foram analisadas através do Programa Flir Tools®, avaliando-se a cinética da temperatura durante o processo cicatricial. Para tanto, foram aferidas as temperaturas da área total da ferida.

O ambiente onde foram realizadas as aferições termográficas foi sempre o mesmo, com ausência de fluxo de ar ou luz solar direta, com temperatura e umidade aferida para posterior ajuste dos dados obtidos. Antes da avaliação termográfica, os animais foram ambientados por 10 minutos no local da realização das avaliações, com a preocupação de mantê-los calmos e relaxados durante a ambientação e aferição da

temperatura.

Os dados das áreas foram submetidos à análise de variância em parcelas subdivididas com medidas repetidas no tempo e taxa de contração das feridas à análise de variância em parcelas subdivididas, seguido do teste de Tukey para comparações múltiplas de médias. Os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias, pré-requisitos necessários para a análise de variância.

As temperaturas obtidas com a avaliação termográfica foram analisadas através de análise de variância e teste t de Student. As estatísticas foram consideradas significativas quando  $P < 0,05$ . As análises estatísticas foram efetuadas empregando-se o programa SAS (Statistical Analysis System).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhuma alteração no exame clínico foi observada nos animais durante todo o período experimental. Nenhum animal manifestou ocorrência de dor em nenhum momento, e, a aplicação de fenilbutazona nos três primeiros dias foi realizada baseando-se em atendimento da rotina em animais que sofrem traumatismos na pele. Os anti-inflamatórios não esteroidais são frequentemente usados em estudo de processo cicatricial em várias espécies (DUARTE et al, 2012; LUCAS et al, 2017).

Os valores médios das áreas das feridas nos dias de observação estão listados na Tabela 1. Não houve diferença significativa entre os grupos das áreas das feridas nos momentos avaliados.

	Dia 0	Dia 3	Dia 7	Dia 15	Dia 21
GC	10,45±0,83	10,82±1,21	8,55±0,26	1,32±0,81	0
GT	11,09±1,02	11,03±0,66	8,71±0,96	2,04±0,83	0

mm: milímetros

Tabela 1. Valores médios das áreas (mm) das feridas dos grupos controle (GC) e tratado (GT) nos diferentes tempos de observação.

Todas as feridas do GC apresentaram valores de média inferiores quando comparadas ao GT em todos os tempos experimentais, com exceção do D21, onde observou-se completa epitelização da ferida em ambos os grupos. Salienta-se que no dia 17, durante o procedimento do curativo, todas as feridas de todos os animais encontravam-se totalmente epitelizadas. O processo cicatricial dos ovinos ocorre num tempo mais curto (média de 17 dias), quando comparado com a cicatrização de feridas na espécie equina, com média de 35 dias. (LUCAS et al, 2017). Apesar de não haver diferença significativa das médias das áreas das feridas entre o GC e GT, macroscopicamente, as feridas do GT apresentaram-se clinicamente superiores.

No grupo controle (GC) observou-se intensa hemorragia em 100% dos animais

em D3 e D7, enquanto no grupo tratado (GT) observou-se em 33,3% dos animais em D3 e 83,3% dos animais em D7. No D15, a hemorragia foi observada somente no GT, presente em 33,3% dos animais. Com relação à hemorragia observada vale ressaltar que a mesma provavelmente ocorreu devido à retirada do curativo, o qual encontrava-se fortemente aderido ao leito da ferida, apesar da utilização do absorvente, que é menos aderente que a compressa de gaze. Na retirada do curativo, mesmo tomando-se o cuidado de umedecer o local com solução fisiológica e aguardar alguns minutos para facilitar a retirada, notou-se que a hemorragia acontecia neste momento. Outro fator que deve ser considerado foi a não utilização de bandagem oclusiva e não aderente, que, segundo Hendrickson e Virgin (2005), devem ser utilizadas até a formação do tecido de granulação. Com estas observações, acredita-se que a membrana de celulose promova a hemostasia das feridas, evidenciada na menor ocorrência de hemorragia nas feridas do grupo tratado com a membrana.

No D7 observou-se a presença de crostas em 50% dos animais do GT e ausência de crostas nas feridas dos animais do GC. Aos 15 dias de observação as crostas estavam presentes em apenas 33,3% das feridas do GT. A crosta formada deve-se ao ressecamento do exsudato e o exsudato de feridas agudas tem papel importante na cicatrização por conter nutrientes e fatores de crescimento que estimulam o desenvolvimento de células na reparação tecidual, sendo benéfico na cicatrização (KATZ et al, 1991). Porém, durante o momento do curativo, a remoção da crosta favorece a hemorragia.

Aos 21 dias de observação todas as feridas já se encontravam epitelizadas. Observou-se ainda que em 90% das feridas a membrana de celulose permaneceu aderida ao leito até o 5º dia de pós-operatório, quando era substituída por outra.

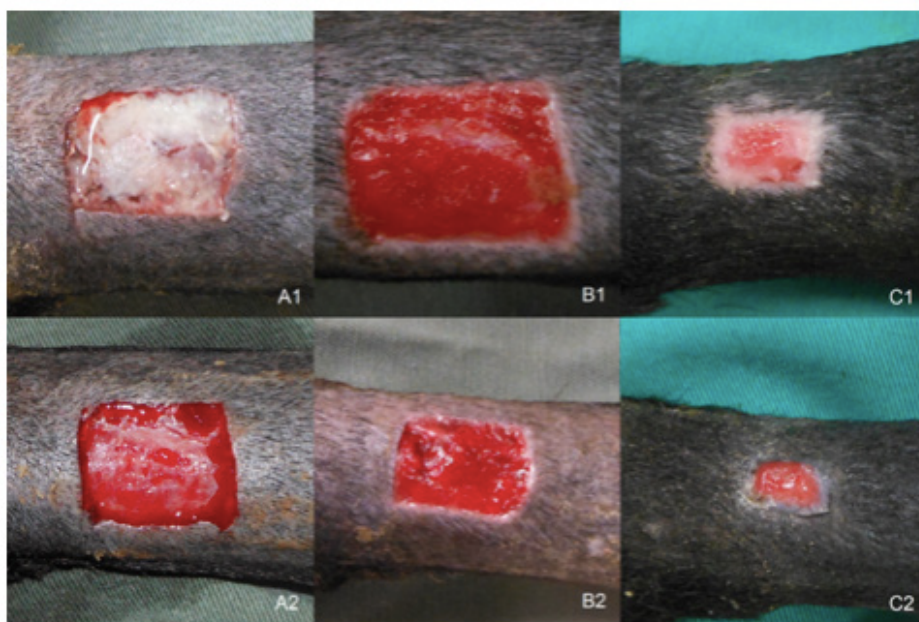


Figura 3: Imagem fotográfica das feridas da região do metacarpo no D3, D7 e D15 (A, B e C, respectivamente), imagens tratamento (1) e controle (2). Em A1 nota-se a presença da membrana no D3. Em B1 e B2 observa-se o tecido de granulação em toda a extensão da



ferida. Em C1 e C2, a epitelização está evidente nos dois grupos experimentais, porém mais acentuada no Grupo Tratamento

		Momento (dias)			
		0	3	7	15
<b>Metacarpo</b>	Controle	31,8±1,7	32,4±1,6	33,5±1,1	33,4±2,1
	Tratamento	31,9±1,2	32,4±1,8	31,8±1,9	32,4±1,7
<b>Metatarso</b>	Controle	32,6±1,6	33,2±1,3	34,1±0,4	33,6±1,5
	Tratamento	32,2±1,5	33,2±1,3	33,4±0,7	32,8±1,8

Médias seguidas de mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Tabela 2. Médias e desvio padrão das temperaturas metacarpo e metatarso, Grupo Controle e Grupo Tratamento das feridas aos 0 (cirurgia), 3, 7 e 15 dias DPO, em °C.

Médias seguidas de mesma letra diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Na avaliação termográfica, não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos controle e tratamento, tampouco entre as temperaturas do metacarpo e do metatarso. As médias das temperaturas observadas nos momentos encontram-se ilustradas na Tabela 2.

Durante todo o período experimental, notou-se temperaturas numericamente mais elevadas nas feridas do Metatarso em relação ao Metacarpo, tanto no Grupo controle como no Grupo Tratamento, porém sem diferenças estatísticas. É esperado variações nas temperaturas das feridas, já que, com a realização destas houve alteração na perfusão tecidual local; com a evolução da cicatrização ocorre inicialmente elevação da temperatura local seguida de diminuição gradativa da mesma.

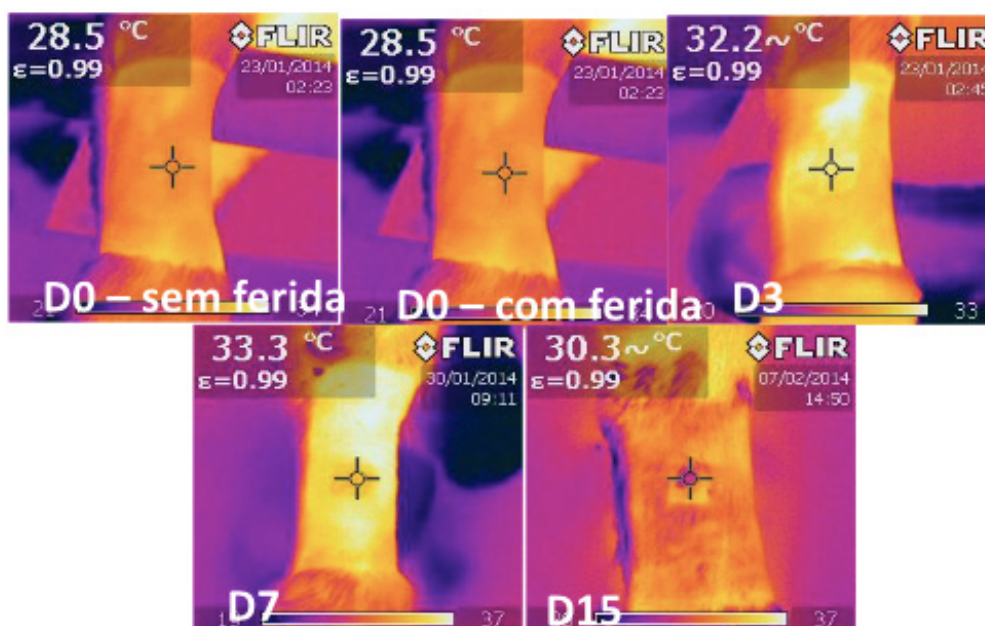


Figura 4: Imagens termográficas observadas no Programa Flir Tools® nos diferentes momentos: D0 antes da confecção da ferida, D0 depois da confecção da ferida e D3, D7 e D15.

## 4 | CONCLUSÃO

Nas condições experimentais deste estudo, conclui-se que a membrana de celulose bacteriana não ofereceu vantagens no processo cicatricial de feridas cutâneas na espécie ovina. A termografia pode ser um instrumento útil na avaliação do processo cicatricial de feridas.

## REFERÊNCIAS

- ACASIGUA, G. A. X. et al. Novel chemically modified bacterial cellulose nanocomposite as potential biomaterial for stem cell therapy applications. **Current stem cell research & therapy**, v. 9, n. 2, p. 117-123, 2014. ISSN 1574-888X.
- ANDRADE, Z. Tecido conjuntivo, reparo, regeneração e cicatrização. **MONTENEGRO, MR, ERANCO, M. Patologia Processos Gerais. São Paulo: Atheneu**, p. 123-35, 1992.
- ARMSTRONG, D. G.; LAVERY, L. A. Monitoring neuropathic ulcer healing with infrared dermal thermometry. **The Journal of foot and ankle surgery**, v. 35, n. 4, p. 335-338, 1996. ISSN 1067-2516.
- AUER, J. A.; STICK, J. A. **Equine surgery**. WB Saunders, 1999. ISBN 0721677339.
- BANKS, W. J.; RANGEL, F. S. **Histologia veterinária aplicada**. El manual moderno, 1986. ISBN 9684266863.
- BARRETO NETTO, M. **Patologia: processos gerais**. Universidade Federal Fluminense, 1984. ISBN 8522800022.
- BARROSO, J. E. M. et al. Comparação entre os efeitos de diferentes tratamentos na cicatrização de pele por segunda intenção em ovinos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 4, n. 4, p. 298-302, 2010. ISSN 1981-5484.
- BASILE, R. et al. Equine inflammatory process evaluation using quantitative thermographic methodology. **Ars Veterinária**, v. 26, n. 2, p. 077-081, 2010. ISSN 2175-0106.
- BAXTER, G. Wound healing and delayed wound closure in the lower limb of the horse. **Equine practice (USA)**, 1988. ISSN 0162-8941.
- CELESTE, C. J. et al. Skin Temperature during Cutaneous Wound Healing in an Equine Model of Cutaneous Fibroproliferative Disorder: Kinetics and Anatomic-Site Differences. **Veterinary Surgery**, v. 42, n. 2, p. 147-153, 2013. ISSN 1532-950X.
- COCKBILL, S.; TURNER, T. Management of veterinary wounds. **The Veterinary record**, v. 136, n. 14, p. 362-365, 1995. ISSN 0042-4900.
- DUARTE, E. R. et al. Ocorrência e tratamento de miíases cutâneas em ovinos criados em condições semiáridas no norte de Minas Gerais. **Pesqui. vet. bras**, v. 32, n. 6, p. 490-494, 2012. ISSN 0100-736X.
- KIM, I.-Y. et al. Chitosan and its derivatives for tissue engineering applications. **Biotechnology advances**, v. 26, n. 1, p. 1-21, 2008. ISSN 0734-9750.
- KNOTTENBELT, D. C. Equine wound management: are there significant differences in healing at



different sites on the body? **Veterinary Dermatology**, v. 8, n. 4, p. 273-290, 1997. ISSN 1365-3164.

LINA, F. et al. **Bacterial cellulose for skin repair materials**. INTECH Open Access Publisher, 2011. ISBN 9533073098.

LUCAS, FA., Kandrotas, A. I., Neto, E. N. et al., "Copaiba oil in experimental wound healing in horses," *Ciencia Rural*, vol. 47, no. 4, Article ID e20151292, 2017

OKADA, K.; TAKEMURA, K. Investigation of Various Essential Factors for Optimum Infrared Thermography. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 75, n. 10, p. 1349, 2013.

OLYVEIRA, G. M. et al. Human dental pulp stem cell behavior using natural nanolith/bacterial cellulose scaffolds for regenerative medicine. **Journal of biomedical nanotechnology**, v. 9, n. 8, p. 1370-1377, 2013. ISSN 1550-7033.

OLYVEIRA, G. M.; COSTA, L. M. M.; BASMAJI, P. High Dispersivity Bacterial Cellulose/Carbon Nanotube Nanocomposite for Sensor Applications. **Journal of Biomaterials and Tissue Engineering**, v. 3, n. 6, p. 665-668, 2013. ISSN 2157-9083.

PRATA, M. B. et al. Uso tópico do açúcar em ferida cutânea: estudo experimental em rato. **Acta cir. brás**, v. 3, n. 2, p. 43-8, 1988. ISSN 0102-8650.

RAMSEY, D. et al. Effects of three occlusive dressing materials on healing of full-thickness skin wounds in dogs. **American journal of veterinary research**, v. 56, n. 7, p. 941-949, 1995. ISSN 0002-9645.

REDAELLI, V. et al. Use of thermography techniques in equines: principles and applications. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, n. 3, p. 345-350, 2014. ISSN 0737-0806.

STASHAK, T. Principles of wound healing. **Equine wound management**, p. 1-18, 1991.

SWAIM, S. F.; HENDERSON, R. A.; FOWLER, D. Small Animal Wound Management. **Veterinary Surgery**, v. 27, n. 2, p. 158-158, 1998. ISSN 1532-950X.

TRABER, D.; BARROW, R.; HERNDON, D. Animal models of burn injury. **Surgical research. Academic Press, San Diego, Calif**, p. 367-377, 2001.

WRIGHT, C.; KRONER, C.; DRAIJER, R. Non-invasive methods and stimuli for evaluating the skin's microcirculation. **Journal of pharmacological and toxicological methods**, v. 54, n. 1, p. 1-25, 2006. ISSN 1056-8719.

## INFLUÊNCIAS DE PISCICULTURA EM TANQUES-REDE SOBRE ASPECTOS POPULACIONAIS E ALIMENTARES DE PEIXES SILVESTRES NO RESERVATÓRIO DE CHAVANTES (RIO PARANAPANEMA), SÃO PAULO, BRASIL

### **Aymar Orlandi Neto**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências de Botucatu  
Botucatu – SP

### **Denis William Johanssem de Campos**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp  
Jaboticabal – SP

### **José Daniel Soler Garves**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências de Botucatu  
Botucatu – SP

### **Érica de Oliveira Penha Zica**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências de Botucatu  
Botucatu – SP

### **Reinaldo José da Silva**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências de Botucatu  
Botucatu – SP

### **Heleno Brandão**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Santa Helena  
Santa Helena – PR

### **Augusto Seawright Zanatta**

Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Campus Cornélio Procópio  
Cornélio Procópio – PR

### **Edmir Daniel Carvalho (*in memoriam*)**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências de Botucatu

Botucatu – SP

### **Igor Paiva Ramos**

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências de Botucatu  
Botucatu – SP  
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia  
Ilha Solteira – SP

**RESUMO:** As pisciculturas em tanques-rede disponibilizam até 18% da matéria orgânica utilizada (peixes e ração) para o ecossistema aquático, sendo esta entrada de matéria orgânica uma potencial influência ambiental. Assim, o objetivo do estudo foi avaliar a influência de duas pisciculturas em tanques-rede sobre aspectos populacionais e alimentares de três espécies de peixes silvestres (*Leporinus amblyrhynchus*, *Serrasalmus maculatus* e *Steindachnerina insculpta*). Os exemplares foram coletados com auxílio de redes de espera, em áreas próximas a dois sistemas de piscicultura em tanques-rede e em duas áreas controle no reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, SP. Os exemplares foram quantificados e suas massas e comprimentos padrão mensurados, comparando-se para as espécies, em cada área, a abundância numérica (teste Z), comprimento padrão e massa total (teste *t* de Student ou teste Mann-Whitney). Seus conteúdos estomacais

foram identificados e pesados, e a comparação da composição da dieta de cada espécie entre as áreas realizada por meio de PERMANOVA *one-way* e os principais itens contribuintes para dissimilaridade pelo método SIMPER. Verificou-se diferenças na dieta para as espécies *L. amblyrhynchus* e *S. insculpta*, sendo para a primeira também observadas alterações na sua abundância numérica. Para a espécie carnívora *S. maculatus*, a dieta não foi alterada, porém sua massa total e comprimento padrão foram maiores nas áreas controle e a abundância nas áreas de piscicultura. Concluiu-se que a dieta de peixes generalistas, foi influenciada pelo aumento de nutrientes e matéria orgânica ocasionado pela piscicultura, enquanto o adensamento de presas também nessas áreas corroborou para maior abundância da espécie carnívora.

**PALAVRAS-CHAVE:** alimentação de peixes, aquicultura sustentável, *Leporinus amblyrhynchus*, *Serrasalmus maculatus*, *Steindachnerina insculpta*

**ABSTRACT:** Cage fish farming provide up to 18% of the organic matter used to the aquatic ecosystem and this input of organic matter is a potential environmental influence. Thus, the objective of the study was to evaluate the influence of two cage fish farms on population and dietary aspects of three wild fish species (*Leporinus amblyrhynchus*, *Serrasalmus maculatus*, and *Steindachnerina insculpta*). The specimens were collected using gill nets in areas surrounding two cage fish farming and in two control areas in the Chavantes Reservoir, Paranapanema River, SP. The specimens were quantified and their mass and standard length were measured, comparing to the species in each area, the numerical abundance (Z test), standard length, and total mass (Student *t* test or Mann-Whitney test). Their stomach contents were identified and weighed, and the comparison of the composition of the diet of each species between the areas performed through PERMANOVA *one way* and the main contributors to dissimilarity by the SIMPER method. There were differences in the diet for *L. amblyrhynchus* and *S. insculpta*, and for the first one also observed changes in its numerical abundance. For the carnivorous species *S. maculatus*, the diet was not altered, but their total mass and standard length were higher in the control areas and the abundance in the fish farming areas. It was concluded that the diet of general fish was influenced by the increase of nutrients and organic matter caused by fish farming, while the densification of prey in these areas corroborated the greater abundance of carnivorous species.

**KEYWORDS:** Fish feed, sustainable aquaculture, *Leporinus amblyrhynchus*, *Serrasalmus maculatus*, *Steindachnerina insculpta*

## 1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento populacional humano gerou aumento da demanda por recursos naturais, destacando-se os alimentos e a energia elétrica. Assim, observou-se o aumento na geração de energia elétrica, destacando-se a geração por meio de usinas hidrelétricas (ZARFL et al., 2015). Contudo, a construção de barragens para a geração desse tipo de energia influencia o ecossistema aquático,

alterando principalmente aspectos limnológicos, hidrodinâmicos com consequente reestruturação da ictiofauna e mudanças ecológicas (AGOSTINHO et al., 2007; MIRANDA et al., 2016; NOBILE, et al., 2018). Assim, evidencia-se a necessidade de um estilo de vida mais sustentável, que possibilite equilíbrio entre o crescimento, a proteção e renovação dos recursos naturais (ASSAD; BURSZTYN, 2000; ELER; MILLANI, 2007).

Os reservatórios construídos para geração de energia hidroelétrica também são utilizados para outras finalidades, como recreação, abastecimento humano e animal, irrigação, pesca e produção aquícola. Especificamente, em 2017 a produção aquícola brasileira teve um aumento de 8% na produção em relação ao ano anterior, atingindo 691.700 toneladas de pescado, totalizando 4,7 bilhões de Reais (PEIXE BR, 2018). De acordo com KUBO (2005), um dos grandes responsáveis pelo crescimento da aquicultura continental brasileira é o considerável aumento de pisciculturas em tanques-rede.

Entretanto, estima-se que durante a produção em tanques-rede, pelo menos 18% da ração utilizada seja perdida para o meio aquático (MONTANHINI NETO; OSTRENSKY, 2015), além da atividade disponibilizar para o ambiente fezes, muco, escamas e peixes mortos (BEVERIDGE, 2004; PILLAY, 2004). Tal entrada de energia (matéria orgânica) no ecossistema aquático tem sido relatada em ambientes marinhos (SARÀ, 2007; MANNINO; SARÀ, 2008) e dulcícolas (MONTANHINI NETO; OSTRENSKY, 2015; KLIEMANN et al, 2018). Contudo, essa entrada pode acarretar em processos de eutrofização, aumento de matéria orgânica no sedimento (RAMOS et al., 2013; MOURA; LOPES; HENRY-SILVA, 2014), alterações na comunidade bentônica (TOMASSETTI et al., 2016), de peixes (RAMOS et al., 2013; BRANDÃO et al., 2013; NOBILE et al., 2018), planctônica (MIRANDA et al., 2016), aves (CARSS, 1993), além de alterações no padrão de parasitismo (RAMOS et al., 2014) e dieta natural de animais silvestres (RAMOS et al., 2008, 2013; SANCHEZ-JEREZ et al., 2011; BRANDÃO et al., 2012; KLIEMANN et al., 2018) e introdução de espécies não-nativas (AZEVEDO-SANTOS et al., 2011; ORTEGA et al., 2015)

Segundo Vita et al. (2004), aproximadamente 80% da matéria orgânica disponibilizada ao ecossistema aquático é consumida ainda na coluna d'água e no sedimento. Deste consumo, estima-se que de 40% a 60% é consumida diretamente por peixes silvestres (FELSING et al., 2005). Assim, algumas espécies de peixes, principalmente os onívoros, utilizam essa matéria orgânica como recurso alimentar, imobilizando-a temporariamente, atuando como mitigadores ambientais (FELSING et al., 2005; VITA et al., 2004; BRANDÃO et al., 2012; RAMOS et al., 2008, 2013; KLIEMANN et al., 2018).

Diante disso, espécies circundantes aos tanques-rede podem ter seus aspectos biológicos influenciados por estes sistemas produtivos. Assim, pesquisas que abordem aspectos alimentares da ictiofauna silvestre, podem fornecer informações importantes para o desenvolvimento de uma aquicultura sustentável ambientalmente. Dessa

maneira, *Serrasalmus maculatus* Kner, 1858 (Serrasalminidae) de hábito alimentar carnívoro (GOMES et al., 2012), *Leporinus amblyrhynchus* Garavello, Britiski, 1987 (Anostomidae) de hábito alimentar invertívoro (MENDONÇA et al., 2004) e *Steindachnerina insculpta* Fernández-Yépez, 1948 (Curimatidae) com hábito alimentar detritívoro (HAHN et al., 2002), todas nativas da bacia do alto rio Paraná (OTA et al., 2018), foram as espécies selecionadas para este trabalho.

Desempenhando papel fundamental na ictiofauna do reservatório de Chavantes/ SP por serem abundantes, tais espécies contemplam hábitos alimentares distintos e englobam as mais diversas características e particularidades, possibilitando uma avaliação mais ampla das possíveis influências ambientais causadas pela atividade aquícola. Sendo assim, o presente estudo procurou testar a seguinte hipótese: a piscicultura em tanques-rede influencia a alimentação e aspectos populacionais de *L. amblyrhynchus*, *S. insculpta* e *S. maculatus* no reservatório no reservatório de Chavantes, São Paulo, Brasil.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Exemplares de *L. amblyrhynchus*, *S. insculpta* e *S. maculatus* foram coletados durante um ano (novembro/2006 a outubro/2007), com auxílio de redes de espera, em áreas próximas a dois sistemas de piscicultura em tanques-rede (TR) (Piscicultura 1 - 23°07'48,6'' S 49°42'0,4'' W, Piscicultura 2 - 23°22'40,49'' S 49°35'04,49' W) e em duas áreas controle (CT), sem a influência desta atividade a 2700 m e 1400 m à montante (da Piscicultura 1 e 2, respectivamente), no reservatório de Chavantes, rio Paranapanema, na região do alto rio Paraná, SP (Figura 1).

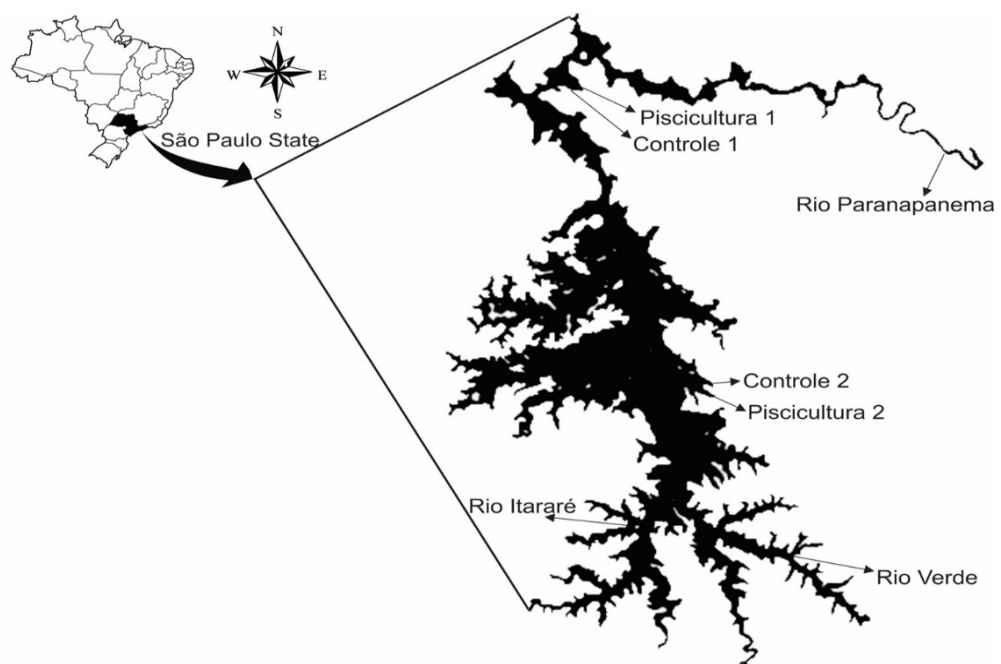


Figura 1. Mapa do Brasil, em destaque o reservatório de Chavantes, com as respectivas áreas amostrais. Fonte: Ramos et al. (2013)



Após a captura, os peixes foram quantificados, pesados e medidos, utilizando-se de balança (0,01 g) e ictiômetro (0,1 cm) respectivamente. Posteriormente, seus estômagos foram removidos, fixados em formol 4% e conservados em álcool 70%. O conteúdo estomacal foi examinado sob estereomicroscópio, identificado até o menor nível taxonômico possível e pesado (massa úmida). Os resultados foram expressos em porcentagem pelo método gravimétrico (HYSLOP, 1980) e a composição da dieta de cada espécie foi comparada entre as áreas pela análise PERMANOVA *one-way* (ANDERSON, 2001) e aplicado o método SIMPER para verificar quais os itens alimentares foram responsáveis e sua contribuição para as diferenças (CLARKE, 1993). Posteriormente, comparou-se entre as áreas, para cada espécie, a abundância numérica por meio de teste Z e a massa total média e comprimento padrão médio, aplicando-se o teste *t* de Student ou teste Mann-Whitney quando não atendidos os pressupostos de normalidade. O nível de significância utilizado para todas as análises foi  $p < 0,05$ , sendo as análises estatísticas realizadas por meio dos softwares Past 3.0 e SigmaStat 4.0.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 915 exemplares, sendo 64 pertencentes a espécie *L. amblyrhynchus* (23 - TR e 41 - CT), 794 a espécie *S. insculpta* (394 - TR e 400 - CT) e 57 a *S. maculatus* (42 - TR e 15 - CT). A massa total (Mt) e o comprimento padrão (Cp) de *L. amblyrhynchus* foram similares entre as áreas TR e CT (Mt –  $t = 0,5$ ;  $p = 0,58$ ; Cp –  $t = 0,18$ ;  $p = 0,8$ ), porém observou-se menor abundância numérica (Ab) na área TR (Ab – Z = 4,1;  $p = 0,03$ ) (Tabela 1). A composição da dieta de *L. amblyrhynchus* indicou diferenças entre as áreas (Permanova –  $F = 5,9$ ;  $p = 0,0001$ ), com dissimilaridade de 75%, sendo os itens que mais contribuíram para a diferença: Chironomidae (39%) com maior valor na área TR e Detrito (27,1%) e Trichoptera (16%), com maiores valores na área CT (Tabela 2).

Influência no padrão alimentar de peixes onívoros pelas pisciculturas em tanques-rede em ecossistemas de água doce, já foram demonstradas em outros trabalhos (RAMOS et al., 2008; DEMÉTRIO et al., 2012; BRANDÃO et al., 2012; RAMOS et al., 2013; KLIEMANN et al., 2018). Embora os peixes sejam geralmente flexíveis em suas dietas (ABELHA; GOULART, 2004; GERKING, 2014), alterações na disponibilidade e oferta de recursos afetam principalmente os generalistas e onívoros, consumindo os recursos mais abundantes, como no caso de *L. amblyrhynchus*. Assim, as diferenças observadas podem ocorrer em função do enriquecimento orgânico do sedimento causado por pisciculturas em tanques-rede (RAMOS et al., 2013), as quais segundo Menezes e Beyruth (2003), modificam a estrutura da comunidade bentônica, sendo as larvas de Chironomidae um dos grupos afetados, apresentando maior abundância em áreas próximas a pisciculturas. Larvas de Chironomidae, quando em alta abundância, devido sua resistência a estressores ambientais e sua relação direta entre abundância



e disponibilidade de nutrientes no sedimento, são consideradas como bioindicadoras de ambientes impactados (JORCIN; NOGUEIRA, 2008). Ainda, o maior consumo de insetos da ordem Trichoptera na área CT (Tabela 2), pode indicar uma melhor qualidade do ambiente em relação à TR. Tricópteros são sensíveis às alterações na qualidade do ambiente, sendo que a queda da mesma tende a diminuir a abundância de insetos desse grupo taxonômico (GOULART; CALLISTO, 2003; BOUCHARD, 2004). Aliado a esses bioindicadores, a menor abundância numérica de *L. amblyrhynchus* na área com influência das pisciculturas, indica que a área CT seja um ambiente mais atrativo para esta espécie generalista.

Para *S. insculpta*, a massa total, comprimento padrão e abundância numérica foram similares entre as áreas TR e CT ( $Mt - U = 78,1$ ;  $p = 0,77$ ;  $Cp - U = 74,6$ ;  $p = 0,17$ ;  $Ab - Z = 0,9$ ;  $p = 0,8$ ) (Tabela 1). Contudo, os aspectos alimentares indicaram diferenças entre as áreas (Permanova –  $F = 27,9$ ;  $p = 0,0001$ ), com dissimilaridade de 79,9%. Sua dieta, para ambas as áreas, apesar de generalista, foi composta principalmente por Detritos (Tabela 2), sendo conseqüentemente o item que mais contribuiu para tal diferença (56,7%).

Segundo a teoria do forrageamento ótimo, frequentemente os peixes consomem os recursos mais abundantes e vantajosos energeticamente (REZENDE et al., 2013; GERKING, 2014). Assim apresentam melhor balanço energético, despendendo menos energia para conseguir seus alimentos (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2009). Ainda, considerando o enriquecimento orgânico do sedimento em áreas ocupadas por pisciculturas em tanques-rede (RAMOS et al., 2013) e o aumento da abundância desse item nas áreas do entorno dessa atividade aquícola (MENEZES; BEYRUTH, 2003; SARÀ, 2007; MANNINO; SARÀ, 2008; MONTANHINI NETO; OSTRENSKY, 2015; KLIEMANN et al., 2018), o maior consumo de Detrito em TR, pode estar diretamente relacionado a maior abundância desse item devido a presença do sistema de piscicultura em tanques-rede.

Para *S. maculatus*, verificou-se que o comprimento padrão e massa total na área TR são menores do que os valores observados para área CT ( $Mt - t = 2,3$ ;  $p = 0,02$  e  $Cp - t = 3,1$ ;  $p = 0,03$ ). Contudo, há maior abundância na área TR ( $Ab - Z = 11,1$ ;  $p = 0,008$ ) (Tabela 1). Ainda, registrou-se três itens alimentares na área TR e quatro na área CT, não havendo diferenças na composição da dieta entre as áreas (Permanova –  $F = 0,81$ ;  $p = 0,51$ ). Tais fatos podem estar relacionados ao seu hábito alimentar, sendo estritamente carnívora e utilizando os peixes como seu principal alimento (Tabela 2).

Por ser um animal especialista, seu hábito alimentar não tende a se modificar mesmo sob influência de uma piscicultura em tanques-rede, como observado para outras espécies como *Galeocharax knerii* Steindachner, 1879 (BRANDÃO et al., 2013) e *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz, 1829 (ORLANDI-NETO et al., 2019). Dessa forma, a piscicultura em tanques-redes, influência de forma indireta peixes carnívoros, sendo que o adensamento e atratividade de presas nessas áreas, possivelmente justificam a maior abundância de seus predadores (DEMÉTRIO et al., 2012; BRANDÃO et al.,

2013; RAMOS et al., 2013; KLIEMANN et al., 2018), como observado no presente estudo para *S. maculatus*. Contudo, uma maior abundância de *S. maculatus* na área TR, pode intensificar a competição intraespecíficas por recurso alimentar com outras espécies carnívoras, prejudicando o forrageamento destas, o que justificaria o menor comprimento padrão e massa total nesta área, como observado para *Rhaphiodon vulpinus* Agassiz, 1829 (ORLANDI-NETO et al., 2019).

Espécies	Abundância relativa (%)		Comprimento padrão (cm)		Massa total (g)	
	TR	CT	TR	CT	TR	CT
<i>Leporinus amblyrhynchus</i>	35,9	64,1 <sup>a</sup>	14,2	14,3	66,5	63,8
<i>Serrasalmus maculatus</i>	73,6 <sup>a</sup>	26,3	9,5	11,2 <sup>a</sup>	34,3	58 <sup>a</sup>
<i>Steindachnerina insculpta</i>	49,5	50,44	11,8	11,6	43,5	43,3

**Tabela 1.** Abundância (Ab), comprimento padrão médio (Cp) e massa total (Mt) e seus respectivos valores médios para *Leporinus amblyrhynchus* e *Serrasalmus maculatus* e medianas para *Steindachnerina insculpta* no reservatório de Chavantes, São Paulo, Brasil. <sup>a</sup> Diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Itens alimentares	<i>Leporinus amblyrhynchus</i>		<i>Steindachnerina insculpta</i>		<i>Serrasalmus maculatus</i>	
	Tanque N = 13	Controle N = 18	Tanque N=125	Controle N = 100	Tanque N = 06	Controle N = 11
Alga	<1	0.4	-	-	-	-
Aracnidae	-	<1	-	-	-	-
Bacillariophyceae	-	-	-	-	-	-
Bivalve	13.7	<1	3	2.4	-	-
Centrales	-	-	<1	2.4	-	-
Chironomidae (L)	57.6	32.7	<1	2.4	-	-
Coleoptera (L)	<1	<1	-	-	-	-
Cyanophyceae	-	-	3.8	2.7	-	-
Detrito	23.2	34.5	79.2	70.8	-	<1
Diptera	1.0	0.2	-	-	-	-
Ephemeroptera	<1	<1	-	-	-	-
Escama de peixe	-	-	<1	-	69.4	15.7
Euglenophyceae	-	-	-	2.5	-	-
Inseto aquático NI	<1	<1	-	-	-	-
Inseto terrestre NI	<1	<1	-	-	<1	<1
Peixe NI	-	-	-	-	30.4	82.5
Vegetal	-	-	<1	3.1	<1	<1
Gastropode	1.1	1.9	-	-	-	-
Gomphidae	<1	1.3	-	-	-	-
Kaenidae	<1	6.6	-	-	-	-
Libelulidae	<1	1.5	-	-	-	-
Ostracoda	1.4	<1	6.6	-	-	-
Pennales	-	-	12.6	4.4	-	-
Semente	<1	<1	-	-	-	-

Tecameba	<1	<1	-	-	-	-
Trichoptera	1.3	19.8	-	-	-	-
Zygnemaphyceae	-	-	<1	2.6	-	-

**Tabela 2.** Porcentagem da massa dos itens alimentares para as áreas sem a influência de piscicultura em tanques-rede (Controle) e com sua influência (Tanque) para *Leporinus amblyrhynchus*, *Steindachnerina insculpta* e *Serrasalmus maculatus* no reservatório de Chavantes, São Paulo, Brasil. N = número de estômagos analisados; NI = Não identificados; L = Forma larval.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a piscicultura em tanques-rede influencia direta e indiretamente a biologia das três espécies analisadas, modificando os aspectos alimentares das espécies generalistas, que aproveitam o aumento da matéria orgânica e comunidade bentônica no entorno da atividade aquícola. Enquanto que para a espécie carnívora e especialista, a influência da piscicultura se dá pela atratividade desses predadores devido ao adensamento das suas presas nessas áreas. Assim, estas alterações observadas, aliadas aos valores de abundância de bioindicadores, indicam possíveis alterações locais sobre a ictiofauna causadas pelos sistemas de piscicultura em tanques-rede.

#### 5 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos às pisciculturas envolvidas pela oportunidade de realização do trabalho e ao Laboratório de Biologia e Ecologia de Peixes (LABECO), Instituto de Biociências de Botucatu da Universidade Estadual Paulista - UNESP pelo uso de instalações laboratoriais e de logística. Agradecemos especialmente à FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos convênio nº 01.06.0326.00) e CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelas bolsas de pós-graduação concedidas aos autores. Também agradecemos ao CNPq pela concessão de bolsas de produtividade a I.P.R. (CNPq PQ 303311/2018-5) e R.J.S. (CNPq PQ 309125/2017-0).

#### REFERÊNCIAS

ABELHA, Milza C. F.; GOULART, Erivelto. **Oportunismo trófico de *Geophagus brasiliensis* (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae) no reservatório de Capivari, Estado do Paraná, Brasil.** Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 26, n. 1, p. 37-45, 2004.

AGOSTINHO, Angelo A. et al. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil.** 2007.

ANDERSON, M. J. 2001 **A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.**

Austral Ecology, v. 26, n. 1, p. 32-46, 2001

ASSAD, Luís Tadeu; BURSZTYN, Marcel. **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. 2000.

AZEVEDO-SANTOS, Valter M. de; RIGOLIN-SÁ, Odila; PELICICE, Fernando M. **Growing, losing or introducing? Cage aquaculture as a vector for the introduction of non-native fish in Furnas Reservoir, Minas Gerais, Brazil**. Neotropical Ichthyology, v. 9, n. 4, p. 915-919, 2011.

BEVERIDGE, Malcolm C. M. **Cage aquaculture**. John Wiley & Sons, 2008.

BOUCHARD, R. William; FERRINGTON, Leonard C.; KARIUS, Mary L. **Guide to aquatic invertebrates of the Upper Midwest**. 2004.

BRANDAO, Heleno et al. **Influence of cage fish farming on the diet and biological attributes of *Galeocharax knerii* in the Chavantes reservoir, Brazil**. Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 157-167, 2013.

BRANDÃO, Heleno et al. **Influence of a cage farming on the population of the fish species *Apareiodon affinis* (Steindachner, 1879) in the Chavantes reservoir, Paranapanema River SP/PR, Brazil**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 24, n. 4, p. 438-448, 2012.

CARSS, D. N. **Grey heron, *Ardea cinerea* L., predation at cage fish farms in Argyll, western Scotland**. Aquaculture Research, v. 24, n. 1, p. 29-45, 1993.

CLARKE, K. Robert. **Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure**. Australian Journal of Ecology, v. 18, n. 1, p. 117-143, 1993.

DEMÉTRIO, José A. et al. **Influence of net cage farming on the diet of associated wild fish in a Neotropical reservoir**. Aquaculture, v. 330, p. 172-178, 2012.

ELER, Márcia N.; MILLANI, Thiago J. **Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. suplemento especial, 2007

FELSING, Malene; GLENCROSS, Brett; TELFER, Trevor. **Preliminary study on the effects of exclusion of wild fauna from aquaculture cages in a shallow marine environment**. Aquaculture, v. 243, n. 1-4, p. 159-174, 2005.

GERKING, Shelby D. **Feeding ecology of fish**. Elsevier, 2014.

GOMES, Iracema D. et al. **Opportunistic reproductive strategy of a non-native fish, the spotted metynnis *Metynnis maculatus* (Kner, 1858) (Characidae Serrasalminae) in a tropical reservoir in south-eastern Brazil**. Tropical Zoology, v. 25, n. 1, p. 2-15, 2012.

GOULART, M. D.; CALLISTO, Marcos. **Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental**. Revista da FAPAM, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

HAHN, Norma S. et al. **Estrutura trófica da ictiofauna da planície de inundação do alto rio Paraná. A Planície de Inundação do Alto rio Paraná**. Maringá: Area de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura-Nupelia, Universidade Estadual de Maringá, p. 123-126, 2002.

HYSLOP, E. J. **Stomach contents analysis—a review of methods and their application**. Journal of Fish Biology, v. 17, n. 4, p. 411-429, 1980.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G. **Benthic macroinvertebrates in the Paranapanema reservoir cascade (southeast Brazil)**. Brazilian Journal of Biology, v. 68, n. 4, p. 1013-1024, 2008.

- KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. **Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes**. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 29, n. 2, p. 205-207, 1980.
- KLIEMANN, Bruna Caroline Kotz et al. **Dietary changes and histophysiological responses of a wild fish (*Geophagus cf. proximus*) under the influence of tilapia cage farm**. Fisheries Research, v. 204, p. 337-347, 2018.
- KUBO, E. **Tanque-rede é opção para produção continental de peixes**, 2005  
Disponível em: (www.pesca.sp.gov.br). Acesso em: 07/05/2017.
- MANNINO, Anna M.; SARÀ, Gianluca. **Effects of fish-farm biodeposition on periphyton assemblages on artificial substrates in the southern Tyrrhenian Sea (Gulf of Castellammare, Sicily)**. Aquatic Ecology, v. 42, n. 4, p. 575-581, 2008.
- MENDONÇA, Fernando Pereira de; HAHN, Norma Segatti; LOUREIRO-CRIPPA, Valdirene Esgarbossa. **Feeding aspects of *Leporinus amblyrhynchus* (Characiformes: Anostomidae) in the first stages of formation of a Neotropical reservoir, Brazil**. Neotropical Ichthyology, v. 2, n. 3, p. 145-150, 2004.
- MENEZES, L. C. B.; BEYRUTH, Z. **Impactos da aquicultura em tanques-rede sobre a comunidade bentônica da represa de Guarapiranga–São Paulo–SP**. Boletim do Instituto de Pesca, v. 29, n. 1, p. 77-86, 2003.
- MIRANDA, Taciana O. et al. **Changes in water quality and the phytoplankton community associated with tilapia cage farming in tropical lakes**. Aquatic Living Resources, v. 29, n. 4, p. 403, 2016.
- MONTANHINI NETO, Roberto; OSTRENSKY, Antonio. **Nutrient load estimation in the waste of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) reared in cages in tropical climate conditions**. Aquaculture Research, v. 46, n. 6, p. 1309-1322, 2015.
- MOURA, R. S. T.; LOPES, Y. V. A.; HENRY-SILVA, Gustavo G. **Sedimentação de nutrientes e material particulado em reservatório sob influência de atividades de piscicultura no semiárido do Rio Grande do Norte**. Química Nov, v. 8, p. 1283-1288, 2014.
- NOBILE, André Batista et al. **Cage fish farm act as a source of changes in the fish community of a Neotropical reservoir**. Aquaculture, v. 495, p. 780-785, 2018.
- ORLANDI NETO, Aymar et al. **Biology of non-native species (*Rhaphiodon vulpinus* Agassiz, 1829) (Characiformes, Cynodontidae) in a cage fish farm area, Upper Paraná River Basin, Brazil**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 31, 2019.
- ORTEGA, Jean C. G. et al. **Fish farming as the main driver of fish introductions in Neotropical reservoirs**. Hydrobiologia, v. 746, n. 1, p. 147-158, 2015.
- OTA, Renata Rúbia et al. **Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes: revised, annotated and updated**. Neotropical Ichthyology, v. 16, n. 2, 2018.
- PEIXE BR. **Anuário Peixe BR da Piscicultura 2018**. São Paulo: Associação Brasileira de Piscicultura, 2018, 138 p.
- PILLAY, Thundathil V. R.. **Aquaculture and the Environment**. John Wiley & Sons, 2008.
- RAMOS, Igor. Paiva. et al. **Influence of cage fish farming on the diet of dominant fish species of a Brazilian reservoir (Tietê River, High Paraná River basin)**. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 20, n. 3, p. 245-252, 2008.

- RAMOS, Igor Paiva. et al. **Interference of cage fish farm on diet, condition factor and numeric abundance on wild fish in a Neotropical reservoir.** *Aquaculture*, v. 414, p. 56-62, 2013.
- RAMOS, Igor. Paiva. et al. **The influence of cage farming on infection of the corvine fish *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes: Sciaenidae) with metacercariae of *Austrodiplostomum compactum* (Digenea: Diplostomidae) from the Chavantes reservoir, São Paulo State, Brazil.** *Journal of Helminthology*, v. 88, n. 3, p. 342-348, 2014.
- REZENDE, Carla Ferreira et al. **Trophic ecology of two benthivorous fishes in relation to drift and benthos composition in a pristine Serra do Mar stream (Rio de Janeiro, Brazil).** *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, v. 183, n. 2, p. 163-175, 2013.
- SANCHEZ-JEREZ, Pablo et al. **Coastal fish farms as fish aggregation devices (FADs).** *Artificial Reefs in Fishery Management*. CRC Press. Taylor & Francis Group, FL, USA, p. 187-208, 2011.
- SARÀ, G. **A meta-analysis on the ecological effects of aquaculture on the water column: dissolved nutrients.** *Marine Environmental Research*, v. 63, n. 4, p. 390-408, 2007.
- TOMASSETTI, Paolo et al. **Benthic community response to sediment organic enrichment by Mediterranean fish farms: Case studies.** *Aquaculture*, v. 450, p. 262-272, 2016.
- TOWNSEND, Colin R.; BEGON, Michael; HARPER, John L. **Fundamentos em ecologia.** Artmed Editora, 2009.
- VITA, Rubén et al. **Effects of wild fishes on waste exportation from a Mediterranean fish farm.** *Marine Ecology Progress Series*, v. 277, p. 253-261, 2004.
- ZARFL, Christiane et al. **A global boom in hydropower dam construction.** *Aquatic Sciences*, v. 77, n. 1, p. 161-170, 2015.



## INTERESSE DO CONSUMIDOR URBANO POR PESCADO COM RÓTULO OU CERTIFICADO ECOLÓGICO EM SANTOS/SP - BRASIL

**Sílvia Lima Oliveira dos Santos**

Universidade Santa Cecília, PPG-ECOMAR  
Santos, SP, Brasil

**Fabio Giordano**

Universidade Santa Cecília, PPG-ECOMAR  
Santos, SP, Brasil

**RESUMO:** Nas últimas décadas estudos que apontam as consequências das atividades antrópicas nos ecossistemas marinhos, sendo assim a exploração sustentável dos recursos pesqueiros se tornou o foco principal da gestão da pesca. Para isso, além de instrumentos de regulação tradicionais, aumentou a frequência da utilização de uma ferramenta focada no consumidor, o sistema de rotulagem e as certificações ecológicas. O presente estudo teve como objetivo verificar se há interesse em pescado certificado ou com rótulo ecológico, com foco nos consumidores urbanos. A pesquisa foi realizada no município de Santos, nos meses de maio e junho de 2018, por meio de entrevistas com 97 consumidores em locais de compra como em um supermercado, em uma feira livre e no tradicional mercado do peixe, localizado em um bairro nobre da cidade. Os resultados mostraram que os consumidores urbanos estão interessados em comprar pescado ecologicamente certificado. Os resultados apontam o crescimento de um nicho de mercado

voltado para a sustentabilidade, neste estudo especificamente, consumidores potenciais de pescado sustentável. Essa pesquisa contribui para informar produtores, pequenos comerciantes e varejistas da possibilidade de oferecer produtos com certificado ou rótulo ecológico, como forma de diferenciação nas vendas de pescado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo sustentável; consumidor de pescado; rotulação ecológica; certificação ecológica.

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas cresceu a preocupação com o declínio da produção pesqueira marinha. Esta situação é resultante da soma de diversos fatores como a sobrepesca ou sobre-exploração dos recursos naturais aquáticos, da pressão antropológica (como a poluição dos ecossistemas marinhos), e das mudanças climáticas (LAUCK *et al.*, 1998; PAULY *et al.*, 2002; CLOVER, 2004; FREIRE E PAULY, 2010; BEGOSSI *et al.*, 2017).

Paralelamente, surgiram questões de segurança alimentar, quanto a doenças e ameaças de contaminação, assim como fraudes no setor de alimentos em geral. Alguns países se tornaram mais exigentes e restritos, com a implementação de regulamentos e legislações

referente a rastreabilidade e trajetória dos alimentos (POTTS e HAWARD, 2007; THRANEA, ZIEGLER e SONESSON, 200).

Essas questões levaram ao surgimento de diversas ferramentas de gestão da pesca e aquicultura, com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável neste setor. Estas ferramentas de gestão buscam garantir condições de pesca no presente, com a conseqüente subsistência de comunidades que dependem da pesca hoje, mas também mantenha os estoques pesqueiros para que haja condições de pescar no futuro (POTTS e HAWARD, 2007; KIRBY, VISSER e HANICH, 2014).

Os esquemas de certificação e rotulagem ecológica de pescado se desenvolveram para atender estas novas demandas, apresentando-se como uma importante ferramenta de gestão (LAUCK *et al.*, 1998; WESSELLS *et al.*, 2001; POTTS e HAWARD, 2007; UNEP, 2009; KIRBY, VISSER e HANICH, 2014). Pescado é todo organismo aquático, de água doce ou salgada, fresco, resfriado ou congelado, utilizado com fins alimentícios (BRASIL, 1952).

Existe diferença entre rotulagem ambiental (*ecolabeling*) e certificação ambiental (*eco-certification*), pois o foco da certificação ambiental é voltado para os produtores, e o foco da rotulagem ecológica é voltado para os consumidores. (UNEP, 2009). Segundo Jaffry *et al.* (2004) a rotulagem ecológica facilita a escolha do consumidor por produtos mais sustentáveis, empregando um vetor ambiental na função de demanda do consumidor. Uma vez que a ecocertificação da pesca pode disponibilizar informações sobre os impactos socioambientais do produto acredita-se que ela pode fomentar escolhas sustentáveis, por parte do consumidor.

Porém, para que este consumidor final esteja interessado em comprar um pescado certificado e pagar um prêmio por ele é necessário que esteja bem informado sobre a importância de conhecer a origem do produto, não somente pelo bem do meio ambiente, mas pelo seu próprio bem-estar (WESSELLS, JOHNSTON e DONATH, 1999; BRANDALISE *et al.*, 2009).

Segundo São Paulo - SMA/CEA (2013) pode-se definir pesca sustentável como uma nova forma de se relacionar com os recursos aquáticos, com foco na preservação consciente do ecossistema como um todo, suas espécies e o ambiente em que habitam. O consumo sustentável busca minimizar os impactos da extração e do consumo no meio ambiente. Sendo que o consumo sustentável de pescado é aquele que busca consumir apenas espécies que não estejam em estado vulnerável de conservação ou ameaçadas de extinção (BRASIL-MMA, 2018).

Partindo da hipótese que há uma crescente tendência de consumo sustentável, buscou-se verificar se os consumidores de pescado estão acompanhando esta tendência, se interessando pela qualidade do pescado que consomem, assim como do ambiente em que este pescado habita. Estudos mostraram que há um alto grau de preocupação com sustentabilidade em nível geral, mas quando as pesquisas focaram as escolhas de produtos alimentícios, essa preocupação se revelou menor (POTTS e HAWARD, 2007; GRUNERT, HIEKE e WILLS, 2014).

O objetivo deste estudo foi conhecer a influência que a certificação ou rotulagem ecológica pode vir a exercer na decisão de compra de pescado em consumidores do município de Santos / SP.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Esta pesquisa é de caráter exploratório descritivo, utilizando pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo para coletar dados (RAMPAZZO, 2005; SAMPIERI, COLLADO E LUCIO, 2013). O instrumento escolhido para a coleta de dados foi a entrevista, realizada pessoalmente com consumidores presentes nos locais de venda escolhidos na cidade de Santos/SP.

O Município de Santos é um dos municípios que compõem a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), no litoral do estado de São Paulo. Santos conta com uma população de 419.400 habitantes, e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) referente ao ano de 2010 é de 0.840. Destacam-se entre as principais atividades econômicas o porto, o turismo, os serviços e a pesca (IPT, 2017; IBGE, 2018; SANTOS, 2018).

Este município foi escolhido por ter um perfil socioeconômico urbano de classe média, e possui destaque no pioneirismo em tratar das questões ambientais, além de sediar um Entrepósito de Pesca ao lado do mercado de peixe, no bairro da Ponta da Praia, que abastece o mercado de pescado da região (CATARINO, 2015; SANTOS, 2018).

Esta pesquisa baseou-se nos estudos preliminares de Santos, Begossi e Giordano (2019), focando no interesse do consumidor, ampliando os pontos de coleta de dados e o tamanho da amostra, para abranger um maior estrato populacional. Para alcançar o objetivo proposto inicialmente, realizou-se a pesquisa de campo, por meio de entrevistas, em três pontos: no hipermercado Extra (Avenida Ana Costa), em uma feira livre (Avenida Pedro Lessa) e no mercado do peixe (Praça Gago Coutinho s/nº, bairro da Ponta da Praia), no município de Santos, durante os meses de maio e junho de 2018 (Figura 1).



Fig. 1. Localização das entrevistas realizadas no município de Santos -SP

Fonte: Google Maps (2019)

O questionário utilizado foi elaborado pelos autores e foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Santa Cecília, segundo o CAEE nº 85011718.8.0000.5513. Este instrumento de coleta de dados foi dividido em três blocos: A - Perfil Socioeconômico; B - Perfil de Consumo de Pescado; C – Percepção Ambiental; os blocos são compostos de cinco questões, com o intuito de não gerar desinteresse nos entrevistados.

Os respondentes foram abordados e apenas foram selecionados os que estavam dispostos a participar da pesquisa, não houve um controle ou contagem dos consumidores que rejeitaram participar da entrevista. Na abordagem dos consumidores foi entregue o termo de consentimento, respeitando os sujeitos pesquisados, incluindo sua liberdade de participação voluntária. Após a coleta, os dados foram tabulados e analisados qualitativamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa de campo levantou informações sobre o perfil dos respondentes, assim como sua frequência de consumo. Dentre os 97 respondentes, 51 eram mulheres (53%) e 46 eram homens (47%), 18 respondentes (19%) declaram que comem pescado apenas esporadicamente, enquanto que 79 respondentes (81%) declaram que consomem pescado com frequência, pelo menos uma vez por semana. Dentre os respondentes que afirmaram consumir pescado com frequência, 17 afirmam que consomem várias vezes por semana. Com relação a escolaridade dos respondentes, 46 entrevistados (47%) tinham até o ensino médio completo e 51 (53%) entrevistados tinham nível superior ou acima.

Os resultados mostram que dentre os 97 respondentes, um total de 90 (93%) afirmam que teriam mais interesse em comprar pescado se este tivesse um certificado ou rótulo ecológico (Quadro 1). Os outros 7 respondentes (7%) declaram que sua escolha não seria influenciada pela existência de um certificado ou rótulo ecológico.

	<b>Mulheres</b>	<b>%</b>	<b>Homens</b>	<b>%</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
<b>Sim</b>	46	51%	44	49%	90	93%
<b>Não</b>	5	71%	2	29%	7	7%
<b>Total</b>	51		46		97	

Quadro 1. Interesse em pescado certificado: comparação entre mulheres e homens

Ao realizar uma comparação entre mulheres e homens, não houve grande diferença percentual entre os respondentes que se interessam por produtos certificados, porém entre os que declararam não ter interesse as mulheres se destacaram. Ao avaliar o perfil socioeconômico destas cinco (5) mulheres, que correspondem a 71% dos respondentes que não se interessam por certificação ou rótulo ecológico, todas possuem mais de 51 anos de idade e estão aposentadas, três (3) delas preferem comprar pescado fresco (na feira ou no mercado do peixe).

Este resultado pode levar a inferir que estas respondentes possuem uma preferência pelo pescado fresco e confiam nos comerciantes, assim como nas características físicas que o produto fresco apresenta. Algumas declararam que confiam mais nos comerciantes da feira ou do mercado do peixe, pois já conhecem há muito tempo e já possuem relação de confiança. Uma vez que o município pesquisado está localizado no litoral do Estado de São Paulo, e conta com grande oferta de pescado fresco, o consumo de alimentos provenientes do mar pode estar ligado à cultura da população pesquisada.

Durante as entrevistas alguns respondentes afirmaram que realmente só compram peixe fresco e só estariam interessados em comprar peixe com certificado ecológico se este fosse fresco. Este resultado confirma uma preferência destacada por Brécard *et al.* (2009), que verificou em seus estudos relação significativa entre a disponibilidade de comprar produtos certificados com o frescor do produto. Nos estudos de Xu *et al.* (2012) com consumidores chineses, percebeu-se que as certificações ecológicas em pescado são usadas com menos frequência para produtos frescos.

Nos estudos de Grunert, Hieke e Wills (2014) os rótulos de sustentabilidade não desempenharam influência nas escolhas alimentares dos consumidores. Para Ricci, Banterle e Stranieri (2018) em áreas urbanas o consumidor vivencia a perda de contato com a natureza, e isso poderia dificultar o acesso dos consumidores a opções sustentáveis, o que poderia explicar o alto interesse por opções mais sustentáveis entre a população santista, uma vez que o Grau de Urbanização da Baixada Santista em 2016 alcançou 99,82% da população (IPT, 2017).

Os entrevistados foram questionados se pagariam algum tipo de prêmio, um valor



a mais, pelos produtos certificados ou com rótulo ecológico. Neste questionamento, do total de 97 respondentes, 67 entrevistados (69%) declararam que comprariam o produto e pagariam mais caro para garantir qualidade ambiental e sustentabilidade em sua compra de pescado. Os 30 respondentes (31%) que não estavam interessados em pagar mais caro por um produto certificado ou com rótulo ecológico, destacaram a falta de confiança na certificação e nas agências certificadoras. Outros estudos também confirmam que a credibilidade dos rótulos ecológicos e das agências certificadoras ainda é questionada pelos consumidores (CAI, XIE e AGUILAR, 2017; KIRBY, VISSER e HANICH, 2014; WESSELLS *et al.*, 2001).

As pesquisas de Uchida *et al.* (2013) com consumidores japoneses mostrou que os consumidores japoneses estavam dispostos a pagar até 20% a mais no salmão certificado pela MSC, quando estes recebem informações sobre o *status* dos estoques pesqueiros globais e o objetivo do programa MSC. Porém na ausência de informações, ou se quando foram fornecidas apenas informações sobre o objetivo do programa MSC, sem informações sobre os estoques pesqueiros, não houve um prêmio estatisticamente significativo.

Os recentes estudos de Santos, Begossi e Giordano (2019) revelaram que os supermercados de grande rede da cidade de Santos ainda não oferecem muitas opções de pescados certificados. Nos supermercados pesquisados pelos autores, apenas duas marcas possuíam selos ecológicos. Os autores destacaram que os produtos certificados não possuíam grande diferença no preço final, em comparação a outros produtos não certificados.

Para Jaffry *et al.* (2004) existe pouca diferenciação em pescados, pois os consumidores nem sempre conseguem escolher quanto à localização, o estado da pesca de origem ou como foram capturados, pois estas informações não estão disponibilizadas. A presente pesquisa revela que se houvesse melhor divulgação, o produto certificado ou com rótulo ecológico teria um potencial nicho de mercado, e uma grande chance de gerar diferenciação ao pescado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram que os consumidores urbanos estão interessados em comprar pescado com certificado ou rótulo ecológico, uma vez que 93% dos pesquisados afirma que a existência de um rótulo ou certificado que garantisse qualidade ambiental ao produto influenciaria sua escolha no momento da compra. Isso leva a inferir que a preocupação com o meio ambiente está crescendo neste estrato populacional. A presente pesquisa realça a influência positiva das certificações e da rotulagem ecológica no consumidor de pescado.

Essa pesquisa também contribui para informar produtores, pequenos comerciantes e varejistas da possibilidade de oferecer produtos com certificado ou



rótulo ecológico, como forma de diferenciação nas vendas de pescado, com o intuito de agregar valor e fomentar o consumo mais sustentável de pescado. Uma vez que 81% dos entrevistados declara consumir pescado com frequência, e esse estrato populacional busca por opções mais sustentáveis, a pesquisa revela que há um nicho de mercado a ser atendido.

O tema abordado aqui é atual e está em evolução, por isso é necessário que sejam realizadas mais pesquisas e estudos aprofundados, servindo de subsídio na busca pelo desenvolvimento sustentável da pesca.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 - Bolsa CAPES/PROSUP.

## REFERÊNCIAS

BEGOSSI, A; SALIVONCHYK, Svetlana; HALLWASS, Gustavo; HANAZAKI, Natalia; LOPES, Priscila F. M.; SILVANO, Renato A. M.. Threatened fish and fishers along the Brazilian Atlantic Forest Coast. **Ambio**, v. 46, n. 8, p. 907–914, 2017.

BRANDALISE, Loreni Teresinha; BERTOLINI, Geysler Rogis Flor; ROJO, Cláudio Antonio; LEZANA, Álvaro Guilherme Rojas; POSSAMAI, Osmar. **A percepção e o comportamento ambiental dos universitários em relação ao grau de educação ambiental**. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 273-285, abr.-jun. 2009

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Decreto 30.691 de 29 de março de 1952**. Aprova o Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 jul. 1952. Seção 4. p. 10.785.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Consumo Sustentável** (*online*). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/apoio-a-projetos/tal-ambiental-assistencia-para-agenda-sustentavel/item/11520-consumo-sustent%C3%A1vel> Acesso em: 05 nov. 2018.

BRÉCARD, Dorothée; HLAIMI, Boubaker; Sterenn LUCAs, Yves PERRAUDEAU, Frédéric SALLADARRÉ. Determinants of demand for green products: An application to eco-label demand for fish in Europe. **Ecological Economics**, v. 69, p. 115–125, 2009.

CAI, Zhen ; ,XIE, Yi ; AGUILAR, Francisco X.. Eco-label credibility and retailer effects on green product purchasing intentions. **Forest Policy and Economics**, 80, pp. 200–208, 2017.

CATARINO, Maria do Carmo Silva. **Comercialização de recursos pesqueiros no Mercado do peixe de Santos/SP**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinheiros, Santos, SP, 2015.

CLOVER, Charles. **The End of the Line**: How overfishing is changing the world and what we eat. Ebury Press: London, 2004.

FREIRE, Kátia M.F.; PAULY, Daniel. Fishing down Brazilian marine food webs, with emphasis on the east Brazil large marine ecosystem. **Fisheries Research**, 105, pp. 57–62, 2010.

GRUNERT, Klaus G.; HIEKE, Sophie; WILLS, Josephine. Sustainability labels on food products: Consumer motivation, understanding and use. **Food Policy**, v. 44, p. 177–189, 2014.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama Cidades**, 2017. (online) Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/santos/panorama>> Acesso em 14 dez. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Panorama dos Resíduos Sólidos na Baixada Santista. São Paulo: IPT, 2017. (Relatório Técnico nº 150 013-205).

JAFFRY, Shabbar; PICKERING, Helen; GHULAM, Yaseen; WHITMARSH, David; WATTAGE, Prem. Consumer choices for quality and sustainability labelled seafood products in the UK. **Food Policy**, 29, pp. 215–228, 2004.

KIRBY, David Seán; VISSER, Candice; HANICH, Quentin. Assessment of eco-labelling schemes for Pacific tuna fisheries. **Marine Policy**, 43, pp 132-142, 2014.

LAUCK, Tim; CLARK, Colin W.; MANGEL, Marc; MUNRO, Gordon R.. Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. **Ecological Applications**, 8 (1) Supplement, 1998, pp. S72–S78

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

RICCI, Elena Claire; BANTERLE, Alessandro; STRANIERI, Stefanella. Trust to Go Green: An Exploration of Consumer Intentions for Eco-friendly Convenience Food. **Ecological Economics**, v. 148, p. 54–65, 2018.

SAMPIERI, Roberto Hernandez; COLLADO, Carlos Fernandez; LUCIO, Maria del Pilar Baptista. **Metodologia de Pesquisa**. 5. Ed. Porto Alegre: Editora AMGH / Penso, 2013.

SANTOS, Prefeitura Municipal. **Conheça Santos**: dados gerais. (Site oficial). Disponível em: <<http://www.santos.sp.gov.br/conheca-santos/dados-gerais>> Acesso em: 11 set. 2018.

SANTOS, Sílvia Lima Oliveira dos; BEGOSSI, Alpina; GIORDANO, Fabio. **Oferta e demanda de pescado com rótulo ou certificado ecológico em Santos/SP - Brasil**. In: Meio ambiente em foco, v. 6, p. 64-70. Editora Poisson: Belo Horizonte, 2019 - ISBN: 9788570420558

SÃO PAULO, Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Caderno de Educação Ambiental: Pesca Sustentável**. São Paulo: SMA/CEA, 2013.

PAULY, D; CHRISTENSEN, V; GUÉNETTE, S; PITCHER, T.J; SUMAILA, U.R; WALTERS, C.J; WATSON, R E ZELLER, D. Towards sustainability in world fisheries. **Nature**, v. 418, p.1-8, 2002.

POTTS, T.; HAWARD, M. International trade, eco-labelling, and sustainable fisheries – recent issues, concepts and practices. **Env. Devel. and Sust.**, 9, pp. 91–106, 2007.

THRANE, Mikkel; ZIEGLER, Friederike; SONESSON, Ulf. Eco-labelling of wild-caught seafood products. **Journal of Clean. Prod.**, 17, pp. 416–423, 2009.

UCHIDA, Hirotsugu; ROHEIM, Cathy A.; WAKAMATSU, Hiroki; ANDERSON, Christopher M.. Do Japanese consumers care about sustainable fisheries? Evidence from an auction of ecolabelled seafood. **Aust. Journal of Agr. and Res. Econ.**, 58, pp. 263–280, 2013.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **Certification and Sustainable Fisheries**. United Nations Environment Programme Division of Technology, Industry and Economics. 2009.

WESSELLS, Cathy R.; JOHNSTON, Robert J.; DONATH, Bolger. Assessing Consumer Preferences for Eco-labeled Sea Food: The Influence of Species, Certifier, and Household Attributes. *Amer. Journal Agr. Econ.* Vol 81, Number 5, pp. 1084-1089, 1999.

WESSELLS, C.R.; COCHRANE, K.; DEERE, C.; WALLIS, P.; WILLMANN, R. **Product certification and ecolabelling for fisheries sustainability.** FAO Fisheries Technical Paper. No. 422. Rome, FAO, 2001.

XU, Pei; ZENG, Yinchu; FONG, Quentin; LONE, Todd; LIU, Yuanyuan. **Chinese consumers' willingness to pay for green- and eco-labeled seafood.** *Food Control*, v. 28, p. 74-82, 2012.

## PRESENÇA DE *Vibrio* spp. PATOGÊNICOS EM CULTIVOS DE CAMARÃO MARINHOS

### Beatriz Cristina Lopes

Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Mossoró (RN), Brasil.  
Autor correspondente: beatriiizz.lopes@gmail.com

### Emerson Augusto Queiroz Mendes Marques

Graduando em Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Mossoró (RN), Brasil.

**RESUMO:** As bactérias do gênero *Vibrio* spp. ocorre naturalmente em ambientes aquáticos tipicamente marinho e estuarino, e são uma das bactérias mais comuns durante a criação de camarão, estando presente em todas as fases do ciclo de vida do animal. Dentre a ampla gama de Vibrios encontrados, isolados e identificados nos cultivos temos as espécies *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio mimicus* que são espécies de víbrios mais preocupantes por serem patogênicas ao homem, causando graves sintomas que podem levar a morte. Levantado uma preocupação com a qualidade do camarão destinados ao consumo humano, devendo ser avaliado os perigos potenciais da transmissão de víbrios para o consumidor, para prevenir possíveis riscos à saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** biossegurança,

carcinicultura, vibriose, patógeno.

**ABSTRACT:** Bacteria of the genus *Vibrio* spp. occurs naturally in aquatic environments typically marine and estuarine, and are one of the most common bacteria during shrimp farming, being present in all stages of the animal's life cycle. Among the wide range of Vibrios found, isolated and identified in the crops we have the species *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio mimicus* that are species of vibrios more worrying to be pathogenic to the man, causing serious symptoms that can lead to the death. A concern has been raised about the quality of shrimp intended for human consumption, and the potential dangers of transmission of disease to the consumer should be assessed to prevent possible health risks.

**KEY WORDS:** biosecurity, shrimp farming, vibriosis, pathogen.

### 1 | INTRODUÇÃO

As bactérias do gênero *Vibrio* spp. ocorre naturalmente em ambientes aquáticos tipicamente marinho e estuarino, e são uma das bactérias mais comuns durante a criação de camarão, estando presente na água, no solo e na hemolinfa (TALL et al., 2013; MESSELHÄUSSER et al., 2010 e VANDENBERGHE, et al., 2003).

Possuem cerca de 126 espécies das quais oito deles são de interesse humano (THOMPSON et al., 2004 e DSMZ, 2016) como as espécies *parahaemolyticus*, *vulnificus*, *cholerae*, *furnissii*, *metschnikovii*, *mimicus*, *alginoliticus* e *fluvialis* uma vez que foram associados a infecções de pele, septicemia e distúrbios gastrointestinais graves (ANDREWS, 2004; PÉREZROSAS; HAZEN 1998 e VENKATESWARAN et al., 1998).

O vórios possuem características perante o meio para seu desenvolvimento. A maioria das espécies são halófitos restritos, necessitando de sódio (2 a 3%) para o crescimento. São mesófilos com tendência a proliferação em épocas mais quentes e dependem diretamente da temperatura do meio (MURRAY et al., 1999). São capazes de se multiplicar sem hospedeiro em águas marinhas ocorrendo tanto na coluna d'água como na fauna (LIMA, 1997). E fatores como temperatura, salinidade e densidade algal influenciam na sua presença no ambiente (HUSS et al., 2004).

Esses microrganismos pertencem a flora natural do camarão marinho (LIGHTNER, 1996) nos quais podem ser patógenos e não patógenos. Os patógenos são oportunistas, se multiplicam nos viveiros facilmente, já que são ambientes estressantes para os animais devido à alta matéria orgânica, flutuações de oxigênio dissolvido, densidade de estocagem excessiva, manuseio inapropriado dos estoques e subalimentação causando mortalidade nos animais (DIREKBUSARARAM et al., 1998; BARBIERI et al., 1999; NUNES e MARTINS, 2002 e PFEFFER et al., 2003). Os não patógenos desempenham um papel importante na ciclagem de nutrientes dos ambientes aquáticos através do transporte de matéria orgânica dissolvida (THOMPSON et al., 2004).

Os animais infectados podem ser comercializados, indo parar diretamente na mesa do consumidor, pois não existe legislação específica com padrões microbiológicos do pescado e de produtos derivados de pescado que limitem a quantidade mínima presente de vórios nesse alimento. Com exceção do *V. parahaemolyticus* onde a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) na Resolução N°12 de 02 de janeiro de 2001, resolução no item 22, estabelece um limite de  $10^3$  de *V. parahaemolyticus/g* para pratos prontos para o consumo a base de pescado.

Apesar dessa dificuldade com a quase inexistência de padrões legais para a determinação de padrões de concentração de Vório tanto para pescado quanto para água e sedimento, a incidência desses microrganismos é relatada por vários autores no âmbito da Saúde Pública e na produção de camarão marinho, podendo representar risco à saúde humana e comprometer a indústria de cultivo (GONÇALVES et al., 1998; MURRAY et al., 1999; VANDENBERGHE et al., 1999; VIEIRA et al., 2000; AGUIRRE-GUZMÁN e VALLE, 2000 e RODRIGUES et al., 2001).

O objetivo desta revisão foi sintetizar o conhecimento disponível na literatura sobre as espécies de vórios presentes em cultivos de camarão reportando sua patogenicidade. Levantado uma preocupação com a qualidade do camarão destinados ao consumo humano, devendo ser avaliado os perigos potenciais da transmissão de vórios para o consumidor, para prevenir possíveis riscos à saúde.

## 2 | ESPÉCIES DE VIBRIOS ENCONTRADAS NOS CULTIVOS

Vibrios possuem uma ampla gama de distribuição em cultivos de camarão. Eles podem estar presentes na água, no solo, na Hemolinfa (SUBRAMANIAN et al., 2014), no órgão linfóide (VAN DE BRAAK et al., 2002), no coração e guelras, hepatopâncreas (BURGENTS et al., 2005), nos músculos (BURGE et al., 2007) e intestino (VINOJ et al., 2014 e RUNGRASSAMEE et al., 2016) (Tabela 1).

A presença de Vibrios é relatada em todas as fases de vida de camarões cultiváveis (larval, pós-larval, juvenil e adulta). VIEIRA et al. (2000) isolou e identificou *V. fluvialis* e *V. alginolyticus* nas fases iniciais de vida do camarão *Litopenaeus vannamei* a partir de amostras de água, pós-larvas e zoeas e nos náuplios de *Artemia spp*, usado como alimento nesta fase em seu alimento. Enquanto que MURATORI et al. (2014) dá destaque para a presença de *V. parahaemolyticus* nessa fase.

COSTA (2006) isola colônias das amostras de camarão no estágio de pós-larva, sendo *V. harveyi*, de *V. cholerae*, de *V. parahaemolyticus*, de *Vibrio spp*, e *V. mimicus*, de *V. anguillarum*, de *V. costicola* e de *V. fisheri*. Nas amostras de camarão juvenil foram isoladas 17 cepas das seguintes espécies: *V. harveyi*, de *V. cholerae*, de *V. anguillarum*, *Vibrio spp*, de *V. fluvialis* e de *V. alginolyticus*. Sendo destaque o de *V. cholerae* e o *V. parahaemolyticus* presente nos dois estágios.

ROCHA (2016) dentro outras espécies encontradas nos viveiros em estudos, demonstra atenção especial às espécies como *V. harveyi* e *V. parahaemolyticus* encontrados já que são documentados seu histórico de patogenicidade e surtos alimentares relacionados ao consumo de camarão marinho cultivado, mesmo *V. harveyi* sendo uma espécie constantemente encontrada em ambiente de carcinicultura (KANNAPIRAN et al. 2009).

Outras espécies como *V. harveyi* e *V. parahaemolyticus* merecem exclusiva precaução devido ao seu histórico de patogenicidade e surtos alimentares relacionados ao camarão marinho cultivado. *V. harveyi* foi encontrado nos pontos de coleta estuário, canal de abastecimento e canal de drenagem, enquanto *V. parahaemolyticus* foi encontrado no canal de abastecimento, drenagem e estuário. KANNAPIRAN et al. (2009) ressaltam que *V. harveyi* é uma espécie constantemente encontrada em ambiente de carcinicultura.

COSTA et al., (2015) além de se depararem com *V. parahaemolyticus*, *V. xuii*, *V. cholerae*, *V. alginolyticus*, *V. diazotrophicus*, *V. vulnificus*, isolados de *V. navarrensis*, *V. brasiliensis* e *V. coralliolyticus* em 100 amostras de *Vibrio* isoladas do camarão *Litopenaeus vannamei* e identificadas fenotipicamente corrobora um padrão de susceptibilidade antimicrobiana no qual estas bactérias demonstram um alto grau de resistências a antibióticos utilizados na indústria de camarão ministrados ao animal para diminuição da carga vibriótica, no qual a resistência foi verificada e confirmada em todas as cepas *V. parahaemolyticus*, *V. xuii*, *V. cholerae*, *V. alginolyticus*, *V.*



*diazotrophicus* e *V. vulnificus*.

RAJA et al., (2017) identificaram morfologicamente, fisiologicamente, através de provas bioquímicas e molecular de *Vibrio* spp. isolados de viveiros de camarão (*Penaeus vannamei*). Um total de 37 fazendas de camarão foram analisadas com o intuito de verificar o perfil de patogenicidade do *Vibrio parahaemolyticus*, encontrando também *V. harveyi*, *V. anguillarum*, *V. campbellii*, *V. mimicus* e, *V. alginolyticus*.

ROBERT-PILLOT et al. (2014) estudaram sobre a prevalência de *Vibrio* patogênico em frutos do mar consumidos na França. O estudo incluiu a análise de 167 amostras de frutos do mar (130 amostras congeladas, dos quais 82 eram camarão) resultando em 34,7% dos frutos do mar analisados foram positivos para vibriões patogênicos. Foram encontrados *V. parahaemolyticus* como o mais comum, em 31,1% das amostras, seguido por *V. vulnificus* em 12,6% e *V. cholerae* em 0,6%. Além disso, *V. parahaemolyticus* e *V. vulnificus* estavam presentes simultaneamente em 9,6% das amostras.

AHMED et al. (2018) afirmam que a infecção humana por vibriões patogênicos está associada ao consumo contaminado de frutos do mar como o camarão, pois em sua pesquisa examinaram 225 crustáceos, 132 camarões (*Penaeus semisulcatus*) e 93 caranguejos (*Portunus pelagicus*) coletados nos mercados de varejo no Egito. Além de amostras de fezes de pacientes com gastroenterite para exame. Os exames bacteriológicos e moleculares revelaram 34 (15,1%) *V. parahaemolyticus* e 2 (0,9%) *V. cholerae* de crustáceos, enquanto os isolados de *V. parahaemolyticus* foram identificados em 3 (3%) das amostras humanas. Os genes associados à virulência foram detectados em 5,9% e 100% das amostras de crustáceos e humanos.

Espécie	<i>Vibrio</i> spp.	<i>V. cholerae</i>	<i>V. alginolyticus</i>	<i>V. vulnificus</i>	<i>V. parahaemolyticus</i>	<i>V. mimicus</i>	Local	Fase	Referencia
<i>Litopenaeus vannamei</i>	x		x				Água, camarão	Pós- larva	Vieira et al., 2000
					x		Água	Pós- larva, juvenil	Muratori et al (2014)
			x	x	x		Intestino	Juvenil	Vidal 2015
	x	x	x			x	Água, camarão, hepatopâncreas	Pós- larva, juvenil, adulto	Costa, 2006
		x	x		x	x	Água, hepato	Juvenil	Rocha, 2016
	x	x	x		x		Hemolinfa		Costa et al., 2015
	x		x		x	x	Água, Músculo, Hemolinfa, sedimento e intestino	Pós-larva, juvenil	Raja et al, 2017
					x		Hepatopâncreas	Juvenil	Liu et al, 2018
<i>Penaeus semisulcatus</i>		x			x	Hepatopâncreas		Ahmed et al, 2018	

### 3 | ESPÉCIES DE VÍBRIOS PATOGÊNICAS AO HOMEM

#### Vibrio cholerae

É o vibrião disseminador da cólera, uma doença epidêmica e pandêmica (KAYSNER,2000). Este vibrião tem sido responsável por sete grandes pandemias, levando milhões de pessoas a morte. O agente etiológico da doença são as cepas de Vibrio que aglutinam o antisoro O1 e produzem a toxina colérica (CT), sendo chamados de *V. cholerae* O1, as que não aglutinam quando expostas ao antissoro do sorogrupo O1 são denominadas *V. cholerae* não-O1 (BORROTO, 1997).

Segundo o Ministério da Saúde (2005) a cólera é uma doença infecciosa intestinal aguda, geralmente moderada ou assintomática, manifesta-se com quadro grave em cerca de 5% das pessoas que adquirem a doença. Caracteriza-se, em sua forma mais evidente, por diarreia aquosa súbita e profusa, vômitos ocasionais, desidratação rápida e câibras nas pernas. O vibrião colérico produz enterotoxina que parece ser totalmente responsável pela perda maciça de líquidos. E é responsável por aproximadamente entre 3-5 milhões de casos e mais de 100.000 mortes a cada ano em todo o mundo, segundo o Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) de 2017.

Sua relação com a carcinicultura é dada pela preocupação com os cuidados no manejo, principalmente após contaminação, que devem ser tomados para prevenir a transmissão de vibrião para consumidor (MURATORI et al., 2014). Mesmo assim, HALDAR et al. (2007) e JOSEPH et al. (2015) encontraram uma estirpe de *V. cholerae* não O1/não O139 em pós-larvas e juvenis de *P. monodon*. Os autores realizaram experimentos expondo larvas de *P. monodon*, *F. indicus* e *L. vannamei* a *V. cholerae* comprovando a suscetibilidade do camarão a essa bactéria.

#### Vibrio parahaemolyticus

*V. parahaemolyticus* é um habitante natural de ambientes estuarinos e costeiros, é encontrado na água do mar e em ambientes marinhos, em todos os continentes (YANG et al., 2010). Tem sido descrito como patógeno para camarões peneídeos em várias partes do mundo (ZHANG et al., 2014). Esta bactéria é um patógeno humano que vem sendo responsável por importantes toxiinfecções alimentares.

As infecções humanas causadas por estas bactérias são produzidas principalmente após o consumo de crustáceos crus ou mal cozidos; somente nos EUA, esse patógeno causa 45.000 doenças a cada ano (GARCIA et al., 2013).

Em 1953, pesquisadores japoneses pela primeira vez identificaram *Vibrio parahaemolyticus* associado ao consumo de pescado como agente causador de uma intoxicação alimentar, na província de Isaka, no qual 272 pessoas foram afetadas, com

20 mortes e, na ocasião (MANCILLA, 2005).

Os sintomas mais frequentes da doença são diarreia aquosa, cólicas e dores abdominais, náuseas, vômitos, dores de cabeça e febre. *V. parahaemolyticus* produz uma enterotoxina similar a de *V. cholerae*, sendo capaz de inflamar a mucosa do intestino delgado (GÁRCIA-LÁZARO et al., 2010). Na forma típica é uma enfermidade de gravidade moderada que pode durar de um a sete dias. O período de incubação pode variar de 4 a 30 horas.

MAGALHÃES et al. (1991) relataram que o camarão é o segundo alimento marinhos responsáveis pelos sintomas clínicos mais frequentemente observados nos portadores de diarreia relacionados, enquanto que GOPAL et al. (2005) alertaram para a qualidade bacteriológica do camarão cultivado em águas contaminadas por vibrios, principalmente *V. cholerae* e *V. parahaemolyticus*, pois essas espécies estão associadas a surtos de gastroenterites em humanos.

Vários autores observaram a presença dessa bactéria em amostras de água, camarão e sedimento de viveiros de fazendas de cultivo de *Litopenaeus vannamei* (Tabela 1) podendo ser um risco ao consumir alimentos de origem marinha, uma vez que cepas de *V. parahemolyticus* toxigênica (O3:K6) têm sido isoladas dessas fontes, apresentando potencial para provocar pandemias (ROCHA, 2016 e HAYAT et al. 2006). Porém, se estes produtos forem devidamente cozidos, os riscos de insegurança alimentar são insignificantes (FELDHUSEN, 2000).

### **Vibrio vulnificus**

O *V. vulnificus* é um patógeno relevante na microbiologia clínica, sendo responsável por até 95% das mortes relacionadas a frutos do mar nos EUA (OLIVER, 2015). Este microrganismo é um patógeno oportunista capaz de causar septicemia, infecções em ferimentos de pacientes com debilitações, principalmente doenças crônicas e em indivíduos que estejam com o sistema imunológico comprometido. A ingestão pode ocorrer através de alimentos ou contato direto com a água contaminada (SHEHANE e SIZEMORE, 2002 e PARVATHI, et al., 2004).

O risco de infecção ocorre ao comer frutos do mar crus ou não cozidos, ou ao tomar banho no mar com um corte ou arranhão. No entanto, neste caso, a septicemia primária produzida por este patógeno representa uma taxa de mortalidade próxima a 50% nos EUA e, portanto, é considerada o patógeno mais letal transmitido por alimentos naquele país e, possivelmente, no mundo (OLIVER, 2015).

Os sintomas da infecção após a ingestão de alimentos contaminados incluem febre, calafrios, náuseas, dor abdominal, hipotensão e desenvolvimento de lesões secundárias, que tipicamente se desenvolvem nas extremidades (JONES e OLIVER, 2009 ). A razão para esta última pode ser a temperatura ideal para o crescimento do patógeno (cerca de 30 ° C) e a temperatura mais baixa de tais extremidades como as pernas (Universidade de Notre Dame, 2003).

NASCIMENTO et al., (2001) relacionam o *V. vulnificus* como um risco de saúde para consumidores de camarão já que das 29 cepas, isolado de 20 amostras, sete (35%), originadas de sete amostras diferentes, em Fortaleza-CE foram confirmadas como *Vibrio vulnificus*, significando alta percentagem de amostras contaminadas.

Jl et al., (2011) caracteriza a Ocorrência do *V. vulnificus* no camarão marinho de varejo na China, concluindo que ele é comumente encontrado no camarão marinho de varejo no mercado chinês de frutos do mar, e a maioria das amostras de camarão analisadas continha cepas patogênicas, apresentando uma ameaça potencial à saúde humana.

### **Vibrio alginolyticus**

*V. alginolyticus* foi identificado pela primeira vez como um patógeno de humanos em 1973 (LONGO et al., 2011). É reconhecido principalmente como um patógeno para peixes, mas também pode ser encontrado em caranguejos, ostras e camarões (BARROS, 2004); Ele é frequentemente relacionado a surtos de vibriose, doença bacteriana na aquicultura de camarão na qual sofre grandes perdas econômicas (SABIR et al., 2013; CHEN et al., 2016), sendo facilmente isolada e identificada.

Os casos documentados estão principalmente associados a otites e infecções de feridas que podem resultar da exposição a cortes ou contaminação da água do mar contaminada; também ocorre relatos crescentes associados a infecções com esse patógeno devido ao consumo de alimentos contaminados (SCHMIDT et al., 1979; SABIR et al., 2013).

### **Vibrio mimicus**

O *V. mimicus* tem sido associado a doenças humanas, tais como gastroenterite, infecções de ouvido e diarreia grave do tipo cólera; com sintomas como diarreia, náuseas, vômitos, dor abdominal e, por vezes, febre (WU et al, 2014). Esta bactéria foi isolada de uma grande variedade de frutos do mar, como ostras, ovos de tartaruga, camarões, caranguejos, caracóis, lagostas e peixes, bem como em amostras de água, sedimentos e plantas (TERCERO-ALBURO et al., 2014).

É uma bactéria encontrado naturalmente em água doce e água do mar, mesmo sendo não halofílica, que pode causar episódios esporádicos de gastroenterite aguda e infecções de ouvido. Como citado por LANDGRAF et al., (1996) que nos anos entre 1984 a 1986 foram registrados 59 casos de diarreias no Japão por *V. mimicus*. Casos relatados geralmente são esporádicos, mas surtos foram atribuídos a consumo de lagostas na Louisiana (SHANDERA et al, 1983), ovos de tartaruga Costa Rica (CAMPOS et al., 1996) e sopa de frutos do mar na Tailândia (CHITOV et al., 2009).

É uma espécie que ocorre com frequência nos camarões peneídos. VIEIRA (2008) e ROCHA (2016) encontram *V. mimicus* tanto na hemolinfa quanto na água, no

solo e sedimento, principalmente na fase juvenil, onde vem se relatado frequência de isolados em crustáceos considerados saudáveis.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cultivos de camarões em viveiros podem se tornar uma preocupação de risco ao homem, pois a presença, distribuição e diversidade de *Vibrio* spp que são agentes de doenças transmitidas por alimentos são relatadas por vários pesquisadores. No entanto, ainda é escasso o conhecimento sobre o impacto desse gênero para a saúde pública, sendo necessários novos estudos com vistas ao melhor entendimento da patogenia de cada espécie.

## REFERENCIAS

AGUIRRE-GUZMÁN, G.; VALLE, A. F. Infectious disease in shrimp species with aquaculture potential. **Resent Res. Devl. Microbiology**, v. 4, p. 333-348, 2000.

AHMED ET AL.,. 2018. Molecular characterization, antibiotic resistance pattern and biofilm formation of *Vibrio parahaemolyticus* and *V. cholerae* isolated from crustaceans and humans. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 274. Pages 31-37.

BURGE, E.J.; MADIGAN, D.J.; BURNETT, L.E. & BURNETT, K.G. Lysozyme gene expression by hemocytes of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, after injection with *Vibrio*. *Fish Shellfish Immunol*, v. 22, n. 4, p. 327-339, 2007.

BURGENTS, J.E.; BURNETT, L.E.; STABB, E.V. & BURNETT, K.G. Localization and bacteriostasis of *Vibrio* introduced into the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Dev. Comp. Immunol.*, v. 29, n.8, p. 681–691, 2005.

BARBIERI, E, FALZANO, L, FIORENTINI, C, PIANETTI, A, MATARRESE, P, CASIERE, A, KATOULI, M, KÜHN, I, MÖLLBY, R, BRUSCOLINI, F, DONELLI, G. 1999. Occurrence, Diversity, and Pathogenicity of Halophilic *Vibrio* spp. and Non-O1 *Vibrio cholerae* from Estuarine Waters along the Italian Adriatic Coast. **Applied and Environmental Microbiology** 65:2748–2753.

CHITOV, T., P. KIRIKAEW, P. YUNGYUNE, N. RUENGPRAPAN, AND K. SONTIKUN. 2009. An incidence of large foodborne outbreak associated with *Vibrio mimicus*. **Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.** 28:421–424

CAMPOS, E., H. BOLANˆOS, M. T. ACUNˆA, G. DI´AZ, M. C. MATAMOROS, H. RAVENTO´S, L. M. SA´NCHEZ, O. SA´NCHEZ, AND C. BARQUERO. 1996. *Vibrio mimicus* diarrhea following ingestion of raw turtle eggs. **Appl. Environ. Microbiol.** 62:1141–1144.

Centro de Controle e Prevenção de Doenças. **Infecção por *Vibrio cholerae***. <https://www.cdc.gov/cholera/general/> (2017).

COSTA, Renata Albuquerque. Pesquisa de *Vibrio* no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* no Estado do Ceará. c2006. 301 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

Costa, Renata Albuquerque, Rayza Lima Araújo, Oscarina Viana Souza, and Regine Helena Silva dos Fernandes Vieira, "Antibiotic-Resistant Vibrios in Farmed Shrimp," *BioMed Research International*, vol.

DIREKBUSARAM, S, YOSHIMIZU, M, EZURA, Y, RUANGPAN, L, DANAYADOL, Y. 1998. *Vibrio spp.*, the dominant flora in shrimp hatchery against some fish pathogenic viruses. Short Communication. **Journal of Marine Biotechnology** 6:266-267.

K. GARCIA , R. BASTÍAS , G. HIGUERA , *ET AL.* **Ascensão e queda do pandemia *Vibrio parahaemolyticus* sorotipo O3: K6 no sul do Chile.** **Environ Microbiol** , 15 ( 2013 ) , pp. 527 - 534 , [10.1111 / j.1462-2920.2012.02883.x](https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2012.02883.x).

GONÇALVES, E.G.R.; SABROZA, P.C. & HOFER, E. Prevalência de infecção por *Vibrio cholerae* O1 no município de Manacapuru, Amazonas, Brasil (1992). **Cad. Saúde Pública**, v.12, n. 2, p. 319-325, 1998.

HUSS, H.H.; ABABOUCHE L. & GRAM, L. Assessment and management of seafood safety and quality. Fisheries technical paper N°44. **Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO)**, Rome, 2004.

HALDAR, S.; CHATTERJEE, S.; ASAKURA, M.; VIJAYAKUMARAN, M. & YAMASAKI, S. Isolation of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio cholerae* (Non-O1 and O139) from moribund shrimp (*Penaeus monodon*) and experimental challenge study against post larvae and juveniles. **Ann. Microbiol.**, v. 57, n. 1, p. 55-60, 2007.

Hua Ji, Yan Chen, Yunchang Guo, Xiumei Liu, Jian Wen, Hong Liu, Occurrence and characteristics of *Vibrio vulnificus* in retail marine shrimp in China, *Food Control*, Volume 22, Issue 12, 2011, Pages 1935-1940, ISSN 0956-7135.

Jones MK, Oliver JD. 2009. *Vibrio vulnificus*: doença e patogênese. **Infect. Immun** **77**: 1723–1733.

Joseph, T.C.; Murugadas, V.; Reghunathan, D.; Shaheer, P.; Akhilnath, P.G. & Lalitha, K.V. Isolation and characterization of *Vibrio cholera* O139 associated with mass mortality in *Penaeus monodon* and experimental challenge in postlarvae of three species of shrimp. **Aquaculture**, v. 442, p. 44-47, 2015.

KANNAPIRAN, E.; RAVINDRAN, J.; CHANDRASEKAR, R.; KALAIARASI, A., Studies on luminous, *Vibrio harveyi* associated with shrimp culture system rearing *Penaeus monodon*. **Journal of Environmental Biology**, Vikas Nagar, v. 30, n. 5, p. 791-795. Sep 2009.

LIGHTNER, D. V. Diseases of penaeid shrimp. In: MCVEY, J. P. (Ed.). Handbook of mariculture: crustacean aquaculture. Boca Raton: **CRC Press**, 1996. p. 393-486.

Liu et al., 2018. A *Vibrio owensii* strain as the causative agent of AHPND in cultured shrimp, *Litopenaeus vannamei*, **Journal of Invertebrate Pathology**, Volume 153. Pages 156-164. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.02.005>.

Lima, F.C. Vibrios marinhos II. Vibrios não coléricos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 11, n. 49, p. 8-13, 1997.

Longo et al. **Princípios de Medicina Interna de Harrison**, 18ª edição. McGraw-Hill Professional, 2011.

Muratori et al. 2014. *Vibrio parahaemolyticus* em carcinicultura marinha. **Rev. bras. saúdeprod. anim.** vol.15 no.2 Salvador Apr./June 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402014000200006>.

Murray, P. R.; Baron, E. J.; Tenover, F. C. & Tenover, R. H. Manual of Clinical Microbiology, 7th edition, **American Society for Microbiology**, 1999.



Muratori, M.C.S.M.; Veloso, A.P.B.; Costa, A.P.R.; Pereira, M.M.G., Guimaraes, C.M.M., Calvet, R.M., Santos, Y.F.M. & Cardoso Filho, F.C. *Vibrio parahaemolyticus* em carcinicultura marinha. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.* Salvador, v. 15, n. 02, p. 289- 296, 2014.

Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.** – 6. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2005. 816 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

MESSELHÄUSSER, U.; COLDITZ, J.; THÄRIGEN, D.; KLEIH, W.; HÖLLER, C.; BUSCH, U. Detection and differentiation of *Vibrio* spp. in seafood and fish samples with cultural and molecular methods. *International Journal of Food Microbiology*, v. 149, n. 3, p. 360-364, 2010.

Murray, P. R.; Baron, E. J.; Tenover, F. C. & Tenover, R. H. Manual of Clinical Microbiology, 7th edition, *American Society for Microbiology*, 1999.

Nunes, A. J. P & Martins, P. C. Avaliando o estado de saúde de camarões marinhos na engorda. *Panorama da Aqüicultura*, v. 12, n. 72, p. 23-33, 2002.

JD Oliver **A biologia do *Vibrio vulnificus*** *Microbiol Spectr* , 3 ( 3 ) ( 2015 ) , 10.1128 / microbiolspec. VE-0001-2014

NASCIMENTO, Susy Margella Melo do et al. *Vibrio vulnificus* as a health hazard for shrimp consumers. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* [online]. 2001, vol.43, n.5, pp.263-266. ISSN 1678-9946. <http://dx.doi.org/10.1590/S0036-46652001000500005>.

Pfeffer, C S, Hite, F.M, Oliver, J.D. 2003. Ecology of *Vibrio vulnificus* in Estuarine Waters of Eastern North Carolina. *Applied and Environmental Microbiology* 69:3526–3531.

Raja et al., 2017. Pathogenicity profile of *Vibrio parahaemolyticus* in farmed Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology*, Volume 67. Pages 368-381. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.06.020>.

Robert-Pillot et al., 2014. Occurrence of the three major *Vibrio* species pathogenic for human in seafood products consumed in France using real-time PCR. *International Journal of Food Microbiology*. Volume 189. Pages 75-81. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.07.014>.

Rodrigues, S.M.A.; Gonçalves, E.G.R.; Mello, D.M.; Oliveira, E.G. & Hofer, E. Pesquisa de bactérias do gênero *Vibrio* em feridas cutâneas de pescadores do município de Raposa –MA. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 34, n. 5, p. 407- 411, 2001.

ROCHA, Rafael dos Santos. Caracterização polifásica da comunidade bacteriana heterotrófica de ambiente de carcinicultura frente às tetraciclinas. 2016. 105 f. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Pesca)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

Rungrassamee, W.; Klanchui, A.; Maibunkaew, S. & Karoonuthaisiri, N. Bacterial dynamics in intestines of the black tiger shrimp and the Pacific white shrimp during *Vibrio harveyi* exposure. *J. Inverteb. Pathol.*, v. 133, p. 12-19, 2016.

Shandera, W. X., J. M. Johnston, B. R. Davis, and P. A. Blake. 1983. Disease from infection with *Vibrio mimicus*, a newly recognized *Vibrio* species. *Ann. Intern. Med.* 99:169–171

Subramanian, K. Balaraman, D.; Balachandran, D. N.; Thirunavukarasu, R.; Gopal, S.; Renuka, P. S., & Kumarappan, A. Immune response of shrimp (*Penaeus monodon*) against *V. furnissii* pathogen. *J. Coast. Life Med.*, v. 2, n. 4, p. 281-286, 2014.

U. Schmidt , H. Chmel , C. Cobbs. **Infecções por *Vibrio alginolyticus* em humanos.**

*J Clin Microbiol* , 10 ( 1979 ) , pp. 666 – 668.

M. Sabir , M. Ennaji Moulay , N. Cohen *Vibrio Alginolyticus* : **um patógeno emergente de doenças transmitidas por alimentos.** *Int J Sci Technol* , 2 ( 2013 ) , pp. 302 - 309

TALL, A.; HERVIO-HEATH, D.; TEILLON, A.; BOISSET-HELBERT, C.; DELESMONT, R.; BODILIS, J.; TOURON-BODILLI, A. Diversity of *Vibrio* spp. isolated at ambient environmental temperature in the Eastern English Channel as determined by pyrH sequencing. *Journal of applied microbiology*, v. 114, n. 6, p. 1713-1724, 2013.

Tercero-Albuero JJ, González-Márquez H, Bonilla-González E, Quiñones-Ramírez EI, Vázquez-Salinas C. Identificação de cápsula, biofilme, flagelo lateral e pili tipo IV em cepas de *Vibrio mimicus*. *Microb Pathog* . 2014; 76 : 77-83. doi: 10.1016 / j.micpath.2014.09.012

THOMPSON, F. L.; IIDA, T. & SWINGS, J. Biodiversity of vibrios. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, v. 68, n. 3, p. 403-431, 2004a. **Universidade de Notre Dame**. 2003. Física em medicina. <http://isnap.nd.edu/Lectures/mphysics/index.htm>.

Van de Braak, C.B.T.; Botterblom, M.H.A.; Taverne, N.; Van Muiswinkel, W.B.; Rombout, J.H.W.M. & Van der Knaap, W.P.W. The roles of haemocytes and the lymphoid organ in the clearance of injected *Vibrio* bacteria in *Penaeus monodon* shrimp. *Fish & shellfish immunology*, v.13, n.4, p. 293-309, 2002.

Vandenbergh, J., Thompson, F.L., Gomez-Gill, B., Swings, J. 2003. Phenotypic diversity amongst *Vibrio* isolates from marine aquaculture systems. *Aquaculture* 219:9-20.

Venkateswaran, K., Dohmoto, N., Harayama, S. 1998. Cloning and Nucleotide Sequence of the gyrB Gene of *Vibrio parahaemolyticus* and Its Application in Detection of This Pathogen in Shrimp. *Applied and Environmental Microbiology* 64:681-687.

Vieira et al, 2000. *Vibrio SPP*. E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE LARVICULTURAS DE CAMARÕES MARINHOS. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 2000, 33: 107-112.

Vieira, R. H. F.; Gesteira, T. C. V.; Marques, L. C; Martins, P. C. C.; Monteiro, C. M. & Carvalho, R. L. *Vibrio* spp e suas implicações sobre larviculturas de camarões marinhos. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 33, p. 107 – 112, 2000.

Vandenbergh, J.; Verdonck, L.; Robles-Arozarena, R.; Rivera, G.; Bolland A.; Balladares, M.; Gomes-Gil, B.; Calderon, J.; Sorgeloos, P. & Swings, J. Vibrios associated with *Litopenaeus vannamei* larvae, postlarvae, broodstock, and hatchery probionts. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 65, n. 6, p. 2592-2597, 1999.

VIDAL, Juliana Maria Aderaldo. Bactérias com potencial probiótico isoladas do intestino de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). 2015. 79 f. **Tese** (Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Vinoj, G.; Vaseeharan, B. & Brennan, G. Green fluorescent protein visualization of *Vibrio parahaemolyticus* infections in Indian white shrimp *Fenneropenaeus indicus* (H. Milne Edwards). *Aquaculture Res.*, v. 45, p. 1989-1999, 2014.

Yu-Yuan Chen, Jiann-Chu Chen, Carina Miranda Tayag, Hui-Fang Li, Dedi Fazriansyah Putra, Yi-Hsuan Kuo, Jia-Chin Bai, Yu-Hsuan Chang, Spirulina elicits the activation of innate immunity and increases resistance against *Vibrio alginolyticus* in shrimp, *Fish & Shellfish Immunology*, Volume 55, 2016.

Wu Y, Wen J, Y Ma, Ma X, Chen Y. Epidemiologia dos surtos de doenças transmitidas por alimentos causada por *Vibrio parahaemolyticus*, China, 2003-2008 . *Controle de Alimentos*. 2014; 46 : 197-202. doi: 10.1016 / j.foodcont.2014.05.023

## ANÁLISE SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE *Piaractus mesopotamicus* EM DIFERENTES PROPORÇÕES COM CARNE DE FRANGO

### **Luiz Firmino do Santos Junior**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Ilha Solteira – SP

### **Ariéli Daieny da Fonseca**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Ilha Solteira – SP

### **Beatriz Garcia Lopes**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Ilha Solteira – SP

### **Lucas Menezes Felizardo**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Ilha Solteira – SP

### **Gláucia Amorim Faria**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Ilha Solteira – SP

### **Heloiza Ferreira Alves do Prado**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”  
Ilha Solteira – SP

**RESUMO:** Análise sensorial é a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações as características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e

audição. Esta análise é uma ferramenta chave, não só no desenvolvimento de novos produtos, como na seleção e caracterização de matérias primas, sendo muito utilizada pelas indústrias de alimentos. O objetivo deste trabalho foi testar através de uma prova de análise sensorial a preferência por quatro formulações distintas de hambúrgueres de uma espécie de peixe regional de Ilha Solteira – SP. Foram analisadas quatro formulações de hambúrguer, uma com 100% de carne de peixe, outra com 70% peixe e 30% frango, também uma de 50% de peixe e 50% de frango e a última de 30% peixe e 70% frango. As amostras foram analisadas sensorialmente por 92 pessoas da comunidade acadêmica através de uma análise de preferência pelo teste de ordenação, e estatisticamente pelos testes de variância de Friedman e de Newell e MacFarlane. A amostra mais preferida, melhor discriminada e também melhor qualificada dentre todas foi a amostra com 30% de peixe e 70% de frango, e, provavelmente seria a amostra com maior chance de compra pelo mercado consumidor de hambúrgueres.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise de preferência, pacu caranha, teste de ordenação, tecnologia de alimentos.

SENSORY ANALYSIS OF HAMBURGER OF  
*Piaractus mesopotamicus* IN DIFFERENT

**ABSTRACT:** Sensory Analysis is the scientific discipline used to evoke, measure, analyze and interpret reactions to the characteristics of foods and materials as perceived by the senses of sight, smell, taste, touch and hearing. This analysis is a key tool, not only in the development of new products, but also in the selection and characterization of raw materials, being widely used by the food industry. The objective of this work was to test the preference for four different hamburger formulations of a regional fish species from Ilha Solteira – SP, through a sensory analysis test. Four hamburger formulations, one with 100% fish meat, one with 70% fish and 30% chicken, 50% fish and 50% chicken, and the last of 30% fish and 70% chicken were analyzed. Samples were analyzed sensorially by 92 people from the academic community through an analysis of preference for the ordering test, and statistically by the tests of variance of Friedman and Newell and MacFarlane. The most preferred, best-discriminated and also best-qualified sample among all was the sample with 30% fish and 70% chicken, and would probably be the sample with the highest probability of purchase by the hamburger consumer market.

**KEYWORDS:** Food technology, pacu caranha, preference analysis, sorting test.

### 1 | INTRODUÇÃO

Análise sensorial é a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações as características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 1993). É de suma importância para as indústrias, tendo em vista que o produto precisa passar por uma “peneira” de testes de qualidade para ser aceito pelos consumidores.

Os consumidores estão cada vez mais exigentes quanto a alimentação, procurando por produtos acessíveis, rápidos de preparar, saborosos e com bons valores nutricionais.

A análise sensorial é uma ferramenta chave não só no desenvolvimento de novos produtos como na seleção e caracterização de matérias primas, no estudo de vida de prateleira (*shelf life*), na identificação das preferências dos consumidores por um determinado produto e, finalmente, na seleção dos sistemas de envase e das condições de armazenamento para a otimização e melhoria da qualidade. É muito utilizada não só pelas indústrias de alimentos, como também pelas indústrias de cosméticos e farmacêuticos, em pesquisas e desenvolvimento de novos produtos e no controle de qualidade (NÚCLEO DE EXCELÊNCIA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 2017).

Dentre as carnes disponíveis no mercado, a de peixe vai muito além de uma carne macia e saborosa. Ela apresenta um misto de minerais e vitaminas fundamentais para uma alimentação saudável. Além de ser uma ótima adição a qualquer dieta saudável, seu teor de gordura é baixo (muitos tipos fornecem 20% ou menos de calorias), fazendo

dele uma fonte rica em proteína (GAZETA DIGITAL, 2010).

Em 2016, de toda produção mundial de pescado cerca de 88% foi utilizado para consumo, sendo que desses 45% são consumidos na forma vivo, fresco ou refrigerado, 31% congelado, sendo preparados e conservados (12%) e curado (seco, salgado, em salmoura, fumado fermentado; 12%). Na forma congelado representa o principal método de processamento de peixe para consumo humano e foi responsável por 56% do total de peixe transformado para consumo humano. Os 12% do pescado para fins não alimentares são destinados a produção de farinha de peixe e óleo de peixe. No entanto, as perdas de produção, ainda são altas cerca de 27% do total de pescado consumido (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2018). O Brasil produziu, em 2018, 722.560 toneladas de peixes de cultivo, com crescimento de 4,5% sobre o ano anterior. Desse total, 400.280 toneladas são de Tilápia, representando um crescimento de 11,9% em relação ao ano anterior. A espécie representa 55,4% da produção total de peixes de cultivo no Brasil. O Brasil mantém a 4ª posição mundial na produção de Tilápia, atrás China, Indonésia e Egito, à frente de Filipinas e Tailândia, que também têm expressiva participação no cenário global (PEIXE BR, 2019).

O brasileiro consome menos de 10 kg de peixes por ano. É pouco. A recomendação da FAO é de 12 kg/hab/ano, porém a média mundial é superior a 20 kg/hab/ano. O consumo mundial tem aumentado e teve uma expectativa de 20,5 kg/hab/ano, em 2017. Em 2015, o peixe representou cerca de 17% de proteína animal consumida pela população global, isso provavelmente, se deve o aumento da produção (FAO, 2018; PEIXE BR, 2019).

Há várias ações independentes para fomentar o aumento do consumo de peixes de cultivo no Brasil. As empresas aumentam seus portfólios de opções, incluindo pratos porcionados e semi prontos, e investem em campanhas de promoção para chegar aos consumidores. Nunca se viu tanto peixe nos supermercados como atualmente. Porém, o segmento representa menos de 2% das vendas totais do varejo e são preteridos nas gôndolas de destaque em relação a outras proteínas animais (PEIXE BR, 2019).

Uma parte da população brasileira sofre deficiência nutricional em função da alimentação com baixos níveis de proteínas de boa qualidade. Uma importante contribuição para minimizar este problema seria utilizar fontes alternativas de alimentos com alto teor proteico e baixo custo, a exemplo das Carnes Mecanicamente Separada (CMS) de pescado, base para os produtos formatados e reestruturados de valor agregado (LUSTOSA NETO; GONÇALVES, 2011).

Entende-se por hambúrguer o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000).

A indústria mundial de alimentos considera os produtos de pescado triturado como boa alternativa alimentícia no futuro. A produção e consumo desses produtos vem se expandindo pelas diversas regiões do mundo, a exemplo das diferentes



formulações para hambúrguer e nuggets, viabilizando o aproveitamento desse pescado, o qual pode representar uma diminuição nas perdas finais do pescado processado (LUSTOSA NETO; GONÇALVES, 2011).

O pescado estudado nesse experimento foi o *Piaractus mesopotamicus* (Pacu caranha), por ser uma espécie endêmica da região do extremo noroeste do estado de São Paulo, no reservatório de Ilha Solteira, no Rio Paraná.

O objetivo deste trabalho foi avaliar através de uma prova de análise sensorial a preferência por quatro formulações distintas de hambúrgueres misto de *Piaractus mesopotamicus*, espécie de peixe regional do município de Ilha Solteira – SP.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Formulação do hambúrguer de carne de peixe

Os ensaios foram realizados no laboratório didático de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Campus de Ilha Solteira, onde são conduzidas as aulas práticas da disciplina de Aproveitamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal, no qual foram preparadas quatro formulações de hambúrgueres misto de carne de peixe e carne de frango (Tabela 1), em seguida, avaliou-se a preferência.

Ingredientes	Hambúrguer A (100% P)	Hambúrguer B (70%P 30%F)	Hambúrguer C (50%P 50%F)	Hambúrguer D (30%P 70%F)
Peixe	1.533,5g	1.073,45g	766,75g	460,05g
Frango	-	460,05g	766,75g	1.073,45g
PTS <sup>1</sup>	61,34g	61,34g	61,34g	61,34g
Sal	12,27g	12,27g	12,27g	12,27g
Orégano	2,56g	2,56g	2,56g	2,56g
Alho	12,27g	12,27g	12,27g	12,27g
Ervas finas	2,56g	-	-	-

Tabela 1. Ingredientes das formulações de hambúrguer misto com carne de peixe e carne de frango.

1PTS – Proteína de Soja Texturizada

O pacu caranha foi adquirido de pescador profissional, congelado e já eviscerado. Para o preparo das formulações foi descongelado e realizada a separação manual da carne do restante da carcaça. Foram utilizados dois peixes, sendo de 6.800g e 3.600g, com rendimento de 3.833,75g (37%) do total inicial do pescado.

O frango foi adquirido no mercado local, no corte peito de frango congelado e limpo. No laboratório foi separada a carne do restante da carcaça, foram utilizados no total 2.300g de carne de frango.



As carnes foram moídas, pesadas e separadas de acordo com a receita de cada formulação. Juntaram-se as carnes de peixe e frango proporcionalmente a cada formulação, em recipientes individuais, onde foram temperadas, e misturadas até a homogeneização das carnes com os ingredientes. Em seguida, foram armazenadas sob refrigeração a 3°C em *overnight* para a absorção do tempero.

## 2.2 Análise sensorial

A prova de análise sensorial foi realizada com pessoas não treinadas da comunidade universitária da UNESP, Campus de Ilha Solteira. Foram preparados hambúrgueres de 80g, fritos em chapa quente e separados em amostras de 20g para ser fornecida aos provadores.

Durante a prova de análise sensorial, cada provador recebia as amostras de hambúrguer, um copo com água, bolacha de água e sal. Os provadores eram orientados a ingerir a água e a bolacha, entre cada amostra, para a eliminação do gosto residual da amostra anterior de modo a não influenciar na degustação da amostra posterior. Ainda, o provador era orientado a consumir as amostras da esquerda para a direita para que não houvesse influencia na escolha da amostra preferida (Figura 1).

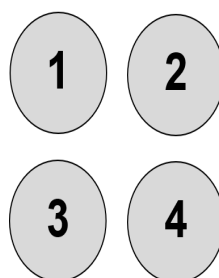


Figura 1. Disposição das amostras apresentadas aos provadores não treinados.

Os provadores também recebiam uma ficha de avaliação para a prova de ranking, também conhecida como prova de ordenação, que é uma prova sensorial para determinar a preferência de três ou mais amostras. Para não provocar fadiga sensorial, é interessante utilizar no máximo entre 6 a 8 amostras, portanto, as quatro amostras do experimento estavam dentro do ideal. Os resultados foram analisados através da somatória dos resultados guinte maneira imites das ordenações, ou seja, o que tiver a somatória menor é a mais preferida e a que tiver a maior somatória é a menos preferida. Segundo a ABNT (2015), quando não se conhece a ordem das amostras, utiliza-se os métodos de variância de Friedman (1937) e o método de Newell e MacFarlane (1987).

## 2.3 Análises estatísticas

### 2.3.1 Método de variância de friedman (1937)

O resultado das análises foi aplicado na seguinte fórmula:

$$X = \frac{12}{J * M * (M + 1)} (\sum C^2 + \sum D^2 + \sum A^2 + \sum E^2 + \sum B^2) - 3 * J * (M + 1)$$

Onde:

X= variância de Friedman

J= número de degustadores

M= número de amostras

A= somatória da amostra A

B= somatória da amostra B

C= somatória da amostra C

D= somatória da amostra D

A hipótese nula se encontra na tabela de “Valores Críticos (F) para o teste de Friedman” (nível de risco de 0,05) dado pelo número de avaliadores e de amostras.

### *2.3.2 Método De Newell E Macfarlane (1987)*

A análise dos resultados foi realizada somando o total dos valores obtidos de cada amostra, onde se determinam as diferenças absolutas entre todos os possíveis pares e foram comparadas com o valor crítico da tabela “Diferenças Críticas Absolutas da Soma dos valores para a Comparação de todos os Tratamentos”.

Se a diferença entre as somatórias das amostras for maior que o valor crítico da tabela, conclui-se que o par de amostras deu diferença significativa ao nível de significância de 5% e que os avaliadores têm poder de discriminação. A tabela é medida através do número de avaliadores e amostras.

## **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram formulados hambúrguer usando carne do peixe Pacu caranha e carne de peito de frango. As formulações prepararam quatro tipos de hambúrguer, sendo um somente com carne de peixe e três tipos de proporções entre carne peixe e frango. Os hambúrgueres foram nomeados por A (100% carne de peixe), B (70% carne de peixe, 30% carne de frango), C (50% carne de peixe, 50% carne de frango), D (30% carne de peixe, 70% carne de frango).

Participaram da prova de análise sensorial um total de 92 pessoas, onde, dessa quantidade, 50 eram mulheres com idades variando de 17 a 58 anos, 30 eram homens com idade entre 17 e 56 anos e 12 pessoas com idades entre 20 e 55 anos que não mencionaram seu sexo.

Na Tabela 2, pode-se observar os resultados da somatória das ordenações

para o teste de Ranking e o cálculo do Teste de Friedman (1937). A amostra mais preferida - aquela com soma de suas ordenações menor (isso indica que esteve mais vezes em primeiro lugar ou próximo disso comparado as outras) – foi a amostra D, seguida pela amostra C e em terceiro um empate entre as amostras A e B. Percebe-se com isso que, com o aumento da quantidade de peixe no hambúrguer, a preferência pelo produto diminuía, o que pode ser explicado por não ser um tipo de produto tão comum como hambúrgueres preparados com carne bovina e com carne de frango. Estatisticamente, na análise dos resultados, revelou que a hipótese alternativa foi maior que a hipótese nula, indicando que houveram diferenças significativas entre as amostras a um nível de significância de 5% e que os degustadores tiveram um bom poder de discriminação e ordenaram bem. Isso vai de encontro ao resultado das somatórias, porém, é importante entender entre as amostras qual o comportamento delas.

Amostras	A	B	C	D
$\Sigma$	251	251	213	205
Ha		11,71		
Ho		7,81		

Tabela 2. Resultados do método estatístico para o Teste de Friedman (1937).

Ha: Hipótese alternativa; Ho: Hipótese nula;  $\Sigma$  = Somatório das ordenações; A (100% carne peixe); B (70% carne peixe, 30% carne frango); C (50% carne peixe, 50% carne frango); D (30% carne peixe; 70% carne frango).

Ao comparar cada par de amostras, obteve-se os resultados apresentados na Tabela 3. Nessa análise, usando o Teste de Newell e MacFarlane (1987), fica expresso o comportamento das amostras. Entre as amostras “A–B”, “A–C”, “B–C” e “C–D” não houveram diferenças significativas entre elas ( $H_a < H_o$ ) a um nível de significância de 5%, indicando que os degustadores não puderam discriminar bem a sua preferência entre elas.

Amostras	Valores	Diferenças Ha		Valor tabulado Ho
A - B	251 - 251	0	<	45 <sup>ns</sup>
A - C	251 - 213	38	<	45 <sup>ns</sup>
A - D	251 - 205	46	>	45 *
B - C	251 - 213	38	<	45 <sup>ns</sup>
B - D	251 - 205	46	>	45 *
C - D	213 - 205	8	<	45 <sup>ns</sup>

Tabela 3. Resultados do método do estatístico para o Teste de Newell e Mc Farlane (1987).

Ha: Hipótese alternativa; Ho: Hipótese nula; A (100% carne peixe); B (70% carne peixe, 30% carne frango); C (50% carne peixe, 50% carne frango); D (30% carne peixe, 70% carne frango).

Já entre as amostras “A–D” e “B–D”, nesse mesmo nível de significância, houve diferenças estatísticas entre elas, mostrando que foram melhor discriminadas quanto a preferência pelos provadores. Também pode-se concluir que a amostra D foi a amostra com maior diferença, com relação as outras e que a amostra C não apresentou nenhuma diferença estatisticamente com nenhuma outra.

Sales, Sales e Oliveira (2015) também avaliaram a preferência de hambúrguer de peixe, porém misturado com carne bovina, e assim como neste trabalho, a formulação de hambúrguer com apenas peixe também foi a menos preferida, sendo o hambúrguer misto mais preferido.

Oliveira et al. (2016) formularam hambúrguer com filé de tilápia (*Oreochromis niloticus*) acrescido de fibras (farinha de linhaça e farinha de semente de goiaba) e obtiveram um índice de aceitabilidade bom (IA: 89%), indicando uma boa aceitação do produto, bem como revelou uma boa intenção de compra para o mesmo.

Dessa forma, verifica-se que a formulação de hambúrguer utilizando proteína de pescado é uma opção de mercado para incorporar e aumentar o nível de consumo de peixe pela população brasileira.

## 4 | CONCLUSÃO

O hambúrguer mais preferido, melhor discriminado e também melhor qualificado dentre todas as formulações analisadas foi o hambúrguer com 30% de peixe e 70% de frango, e, provavelmente seria hambúrguer com maior chance de compra pelo mercado consumidor.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**: terminologia. 1993. 8p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 8587**: Análise Sensorial - Metodologia - Ordenação. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 22p.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Anexo IV: **Regulamento técnico de identidade e qualidade de Hamburguer**. 2000.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Meeting the sustainable development goals world fisheries and aquaculture**. 2018

FRIEDMAN, M. **The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance**. Journal of the American Statistical Association, v. 32, n. 200, p. 675-701, 1937.

GAZETA DIGITAL (Brasil). **O valor nutricional do peixe**. 2010. Disponível em: <<http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/18/materia/249689/t/o-valor-nutricional-do-peixe->>. Acesso em: 04 jul. 2017.

LUSTOSA NETO, A. D.; GONÇALVES, A. A. Tecnologias inovadoras e emergentes: formatados e reestruturados (hambúrguer, nuggets, etc.). In GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Editora Atheneu, cap. 2.2.4, 2011.

NEWELL, G. J.; MACFARLANE, J. D. **Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data**. Journal of Food Science, v. 52, n. 6, p. 1721-1725, 1987.

NÚCLEO DE EXCELENCIA DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS (Uberaba). **Importância da Análise Sensorial no Desenvolvimento de Novos Produtos**. Disponível em: <[https://neeafazu.wordpress.com/2011/06/24/importancia-da-anlise-sensorial-no-desenvolvimento-de-novos-produtos/](https://neeafazu.wordpress.com/2011/06/24/importancia-da-analise-sensorial-no-desenvolvimento-de-novos-produtos/)>. Acesso em: 04 jul. 2017.

OLIVEIRA, G.S.; COSTA, N. A.; GOULART, N. M. V.; CANUTO, J. W.; OLIVEIRA, D. C.; SILVA, R. R. **Processamento e aceitação sensorial de hambúrguer de tilápia adicionado de fibra**. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos, SBCTA, Gramado-RS, p. 1-5, 2016.

PEIXE BR. **Como aumentar o consumo de peixes de cultivo no brasil?** Anuário Peixe BR da Piscicultura, Associação Brasileira da Piscicultura, p.112-114, 2019.

SALES, P. V. G.; SALES, V. H. G.; OLIVEIRA, E. M. **Avaliação sensorial de duas formulações de hambúrguer de peixe**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 17, n. 1, p. 17-23, 2015.

## ANÁLISE DO CONTEÚDO DE GENÉTICA SOLICITADO NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM) DE 2009 A 2017

### **Bárbara De Magalhães Souza Gomes**

Medicina, Escola de Ciências Médicas,  
Farmacêuticas e Biomédicas (EMFB), Pontifícia  
Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)  
Goiânia – Goiás.

### **Anna De Paula Freitas Borges**

Medicina, Escola de Ciências Médicas,  
Farmacêuticas e Biomédicas (EMFB), Pontifícia  
Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)  
Goiânia – Goiás.

### **Camila De Assunção Martins**

Medicina, Escola de Ciências Médicas,  
Farmacêuticas e Biomédicas (EMFB), Pontifícia  
Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)  
Goiânia – Goiás.

### **Cesar Augusto Sam Tiago Vilanova-Costa**

Laboratório de Biologia Tumoral e Oncogenética,  
Hospital Araújo Jorge, Associação de Combate ao  
Câncer em Goiás (ACCG)  
Goiânia – Goiás.

### **Antonio Márcio Teodoro Cordeiro Silva**

Medicina, Escola de Ciências Médicas,  
Farmacêuticas e Biomédicas, Pontifícia  
Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)  
Goiânia – Goiás.

**RESUMO:** A genética tem sido estudada de maneira crescente, contribuindo constantemente com a ampliação dos conhecimentos no universo científico. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais

do Ensino Médio (PCNEM), os conteúdos de genética, exigidos no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), compreendem as leis da herança mendeliana e algumas de suas derivações, como alelos múltiplos, herança ligada ao sexo e quantitativa, recombinação gênica e ligação fatorial. O presente estudo analisou os temas de genética nos cadernos de ciências da natureza e suas tecnologias das provas do ENEM, de 2009 a 2017. As questões de Biologia, de cada prova, foram analisadas e classificadas por temas, conforme a proposta dos PCNEM e as áreas do conhecimento da Genética de acordo com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Foram identificadas 44 questões envolvendo conteúdos de Genética, com média de 4,8 questões por ano. A área do conhecimento da genética mais abordada forma “biotecnologia e engenharia genética”, com 43,2% das questões analisadas, e “biologia ou genética molecular” (20,5%). Sabendo que a prova do ENEM é uma avaliação que tem o propósito de dialogar com a atualidade, a crescente e recorrente cobrança de temas relacionados a Engenharia Genética e Genética Molecular, em detrimento de conceitos clássicos, como polialelia em grupos sanguíneos e a 1ª Lei de Mendel, indicam o diálogo entre tais conteúdos exigidos e as diretrizes expressas nos PCNEM, que afirma que a biologia deve estar associada



à tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Genética, Avaliação, ENEM, PCNEM.

## GENETICS CONTENT EVALUATION OF BRAZILIAN NATIONAL HIGH SCHOOL EXAMS (ENEM) FROM 2009 TO 2017

**ABSTRACT:** Genetics has been researched and studied in a growing way, constantly contributing to the expansion of knowledge in the scientific universe. According to the National Curriculum Parameters for Secondary Education (PCNEM, Portuguese, *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*), the genetic contents required in the National High School Exam (ENEM, in Portuguese, *Exame Nacional do Ensino Médio*) comprise the laws of Mendelian inheritance and some of its derivations, such as multiple alleles, sex-linked inheritance and quantitative, genetic recombination and factorial linkage. Present work analyze the genetics themes in ENEM exams, from 2009 to 2017. Questions related to the genetics were classified according to the proposal of the PCNEM and the areas of knowledge of genetics according to the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development (CNPq, Portuguese: *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*). During the period studied, 44 questions were identified involving Genetics contents, with an average of 4.8 questions per year. The areas of genetic knowledge most commonly addressed in the ENEM were “biotechnology and genetic engineering”, with 43.2% of the questions analyzed, and “biology or molecular genetics” (20.5%). Knowing that the ENEM exam is an evaluation that aims to dialogue with the current issues, results indicate the dialogue between such required contents and the guidelines expressed in PCNEM. In this way, it has been more relevant to students who want to join a university, learn not only traditional concepts, but also to correlate with current topics, which states that biology must be associated with technology.

**KEYWORDS:** Genetics, Evaluation, ENEM, PCNEM.

### 1 | INTRODUÇÃO

É incontestável o progresso da pesquisa em genética ao longo dos séculos. A ciência não é algo concluído, mas processual e em constante estruturação (SHEID et al., 2005). Dessa forma, disponibilizar o conhecimento científico consolidado é promover as ferramentas necessárias para a solidificação da própria consciência científica (MELO; CARMO, 2009).

Neste contexto, a genética tem sido pesquisada e estudada de maneira crescente, contribuindo constantemente com a ampliação dos conhecimentos no universo científico. Em contrapartida, quando inserido no ensino de Biologia, o aprendizado de Genética é, muitas vezes, considerado como os de maior dificuldade (TEMP; BARTHOLOMEI-SANTOS, 2014). Dessa forma, levando em consideração a importância do Ensino de Genética na contemporaneidade e do Exame Nacional do

Ensino Médio (ENEM), principal porta de entrada para a Universidade, é válido inquirir quais áreas do conhecimento sobre Genética têm sido mais requisitas nas avaliações.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), os conteúdos de genética exigidos no ENEM compreendem as leis da herança mendeliana e algumas de suas derivações, como alelos múltiplos, herança ligada ao sexo e quantitativa, recombinação gênica e ligação fatorial (DE MENEZES et al., 2006).

Este estudo objetivou analisar os temas de Genética nos cadernos de ciências da natureza e suas tecnologias do ENEM, relacionando com o avanço da pesquisa em genética e sua aplicação no cotidiano.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Desenho da Pesquisa

Trata-se de um estudo longitudinal, de caráter quantitativo, com análise dos arquivos de provas do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), referentes aos anos de 2009 - 2017, para subsequente computação de dados.

### 2.2 Materiais e Métodos

Foram utilizadas as avaliações do ENEM dos anos de 2009 a 2017, disponíveis no site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Assim, identificaram-se as questões referentes à matéria de Biologia de cada prova, para então classificar as questões de Genética no Exame, conforme a proposta dos PCNEM e as áreas do conhecimento de Genética de acordo com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### 2.3 Tratamento e Análise dos Dados

Os dados quantitativos obtidos foram organizados em planilha com o uso do *software* Microsoft Office Excel 2016, relacionando-se fatores como o ano referente à avaliação e o percentual de questões referentes ao conhecimento de Genética, tendo em vista também as áreas de conhecimento da mesma, que foram classificadas de acordo com os seguintes temas: “biotecnologia e engenharia genética”, “biologia ou genética molecular”, “imunogenética e imunização”, “herança genética”, “heredograma e probabilidade”, e “lei de segregação e grupos sanguíneos”.

Dessa forma, foram calculadas porcentagens e, em sequência, identificadas prevalências quanto aos dados obtidos, seguidos por análise e comparação. Os dados qualitativos, assim, foram correlacionados a fim de se estabelecer um padrão de resultados que se mostrasse coerente com os objetivos do estudo. Todos os resultados coletados foram então comparados à literatura disponível nas bases de

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A série histórica pesquisada compreende os anos de 2009 a 2017, um período de 9 anos. Foram identificadas 44 questões contendo o conteúdo de genética, distribuídas nas provas, de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM, o que representou uma média de 4,8 questões por ano. Neste contexto, percebe-se que o ensino de genética e suas tecnologias no Ensino Médio é importante e relevante, pois o saber científico deve ser voltado para a sociedade e o aprendizado dos estudantes, acerca do conhecimento e dos avanços da ciência neste campo de saber, são parâmetros importantes para a transformação social, na perspectiva amplamente discutida pelo Ministério da Educação para todo o território nacional (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO ESPORTO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL, 1997). Nota-se um pequeno aumento de questões de Genética no exame após a reestruturação ocorrida em 2009: nas provas de 2005 até 2008, a média era de 2,2 questões por ano. Posteriormente, cada questão foi analisada a partir dos itens da Matriz de Referência de Biologia e seus objetos de conhecimento (RINK, 2017). Os resultados podem ser visualizados na Figura 1.

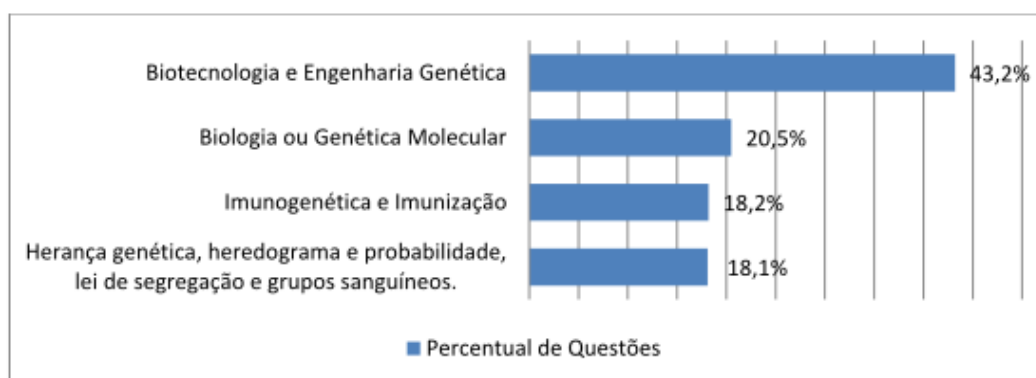


Figura 1. Questões de Genética do ENEM (2009-2017), conforme objetos de conhecimento presentes na Matriz de Referência do exame. Fonte: autoria própria.

Os dados, portanto, revelam que o exame tem priorizado conteúdos referentes à Biologia Celular, Biologia/Genética Molecular, Biotecnologia e Genética Clássica. Os objetos de conhecimento que aparecem com maior frequência são “Biotecnologia e Engenharia Genética”, com 19 questões, em um total de 44. A presença constante desses assuntos no ENEM pode ser atribuída à grande expansão das informações oriundas das recentes descobertas científicas nas áreas, levando a sociedade a refletir sobre os mesmos. São temas frequentes nos meios de comunicação, e como em muitas ocasiões são revestidos de caráter sociocontroverso, o processo de ensino-aprendizagem, em sala de aula, deve contemplá-los para que os alunos possam

desenvolver massa crítica e construir a ponte de ligação entre o conceito (teoria) e o cotidiano (prática) (DOS SANTOS; CORTELAZZO, 2013) (AUGUSTO, 2018).

Por fim, acrescenta-se a existência de uma segmentação entre as temáticas e a falta de intercomunicações entre as temáticas abordadas o que acaba por formar falácias na aprendizagem e desintegrar a contextualização do ensino. (SARDINHA; FONSECA; GOLDBACH, 2009)

## 4 | CONCLUSÃO

Entende-se que a inserção de temas, como manipulação de DNA, clonagem e outros ligados à Genética, são essenciais e urgentes para formação crítica e reflexiva dos alunos de Ensino Médio e, assim, este estudo buscou analisar os conteúdos de Genética em nove anos de ENEM. As análises indicam que questões de Genética apresentaram pequeno crescimento após a reestruturação do exame em 2009 com uma evolução de média de 2,2 para 4,8 questões por ano. Os dados mostram que as temáticas relacionadas com o DNA, novas tecnologias de manipulação do mesmo e biotecnologia no geral e com os princípios de hereditariedade predominaram nas questões, que muitas vezes trabalham objetos do conhecimento de modo isolado e desconectados. Concorda-se que a fragmentação entre as temáticas e a desconexão entre conteúdos podem contribuir para formar lacunas no processo de aprendizagem e descontextualização do ensino. Reforça-se a necessidade de estudos que avaliem maiores períodos de aplicação do exame para produção de panoramas e tendências mais gerais que contribuam para um diagnóstico de como a Genética tem se apresentado no Ensino Médio, possibilitando reflexões e perspectivas de mudanças para o ensino da mesma.

## REFERÊNCIAS

AUGUSTO, Gilberto. GUIA DEFINITIVO ENEM DA APROVAÇÃO 2018. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/379996261/1523056447GUIA-ENEM-2018#>. Acesso em: 27 fev. 2019.

DE MENEZES, Luís Carlos et al. Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: MAIA, Eny Marisa et al. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (ENSINO MÉDIO). [S. l.: s. n.], 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.

DOS SANTOS, Julio Sergio; CORTELAZZO, Ângelo Luiz. OS CONTEÚDOS DE BIOLOGIA CELULAR NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO – ENEM. **Avaliação (Campinas)**, Campinas, v. 18, n.3, p. 591-612, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772013000300005>.

MELO, José Romário de; CARMO, Edinaldo Medeiros. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no Ensino Médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 592-611, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132009000300009>

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: Ciências Naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997.  
Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2019.

RINK, Juliana. Conteúdos de Genética nas provas do ENEM: uma análise de dez anos de exame (2005 - 2014). In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – XI ENPEC, 2017, Florianópolis. Conteúdos de Genética nas provas do ENEM: uma análise de dez anos de exame (2005 - 2014) [...]. Florianópolis: [s. n.], 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1825-1.pdf>. Acesso em 31 mar. 2019.

SARDINHA, Rafaela; FONSECA, Marcela.; GOLDBACH, Tânia. O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética. In: VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, SC, 2009.

SCHEID, Neusa Maria John; FERRARI, Nadir; DELIZOICOV, Demétrio. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, v. 11, n.2, p. 223–233, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132005000200006>

TEMP, Daiana Sonogo; BARTHOLOMEI-SANTOS, Marlise Ladvoat. Genética e suas Aplicações: Identificando o Conhecimento Presente entre Concluintes do Ensino Médio. **Ciência e Natura**, [S.l.], v. 36, n. 3, p. 358-372, sep. 2014. ISSN 2179-460X. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X13619>

## APRECIÇÃO DO ENSINO DE GENÉTICA NO CURSO DE MEDICINA DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA DA PARAÍBA

### **Alessandra Bernadete Trovó de Marqui**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,  
Instituto de Ciências Biológicas e Naturais,  
Departamento de Patologia, Genética e Evolução  
Uberaba-MG

### **Natália Lima Moraes**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de  
Ciências Médicas, Curso de Medicina  
João Pessoa-PB

### **Vanessa de Aquino Gomes**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de  
Ciências Médicas, Curso de Medicina  
João Pessoa-PB

### **Nathália Silva Gomes**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro,  
Instituto de Ciências da Saúde, Departamento de  
Enfermagem na Assistência Hospitalar  
Uberaba-MG

### **Cristina Wide Pissetti**

Universidade Federal da Paraíba, Centro de  
Ciências Médicas, Departamento de Obstetrícia e  
Ginecologia  
João Pessoa-PB

**RESUMO:** A Genética apresenta grande importância e relevância na prática médica, sendo, portanto, imprescindível o questionamento acadêmico sobre essa temática. Assim, os objetivos do presente estudo foram analisar a percepção dos alunos

do curso de Medicina de uma universidade pública da Paraíba sobre o conteúdo de Genética ministrado durante o curso e comparar as respostas dadas pelos estudantes dos períodos iniciais com as respostas dos alunos internos. Estudo descritivo, transversal, quantitativo, realizado no Centro de Ciências Médicas da Universidade Federal da Paraíba, Campus I, João Pessoa. Os participantes do estudo foram alunos do primeiro, oitavo, décimo e décimo segundo períodos do Curso de Medicina. O questionário semiestruturado continha questões fechadas referentes ao conhecimento de Genética Básica e Genética Médica e sua importância para a formação do médico generalista. Os dados obtidos foram analisados por meio do teste Qui-quadrado. A qualificação do conhecimento acadêmico sobre genética foi considerada boa para a maioria dos tópicos analisados, com diferença estatisticamente significativa apenas para as questões oncogenética ( $\chi^2$ ;  $p=0,005$ ), genética e doenças comuns do adulto ( $\chi^2$ ;  $p=0,004$ ) e tratamento de doenças genéticas ( $\chi^2$ ;  $p=0,028$ ). Quanto à adequação do conhecimento em genética para a prática clínica, cerca de 50% dos acadêmicos consideraram seu conhecimento suficiente e apenas 30% se declararam confiantes para orientação genética. Em suma, os participantes demonstraram um bom conhecimento de genética médica e/ou



humana, embora não tivessem experiência prática no assunto. Este estudo reforça a necessidade de reformulação no currículo, com ênfase na aplicabilidade clínica do conhecimento científico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Médica; Genética Médica; Conhecimento

**ABSTRACT:** Genetics has great importance and relevance in medical practice. Therefore, the academic question about this subject is essential. This study aimed to identify, through a self-reported questionnaire, how Medicine Course students evaluated the teaching of Human and Medical Genetics for the medical practice and to compare the responses of students of the initial course periods with those of intern students. Descriptive, cross-sectional, quantitative study, performed in the Medical Sciences Centre, Federal University of Paraíba. Study participants were students of the first, eighth, tenth and twelfth periods of the Medicine Course. The semi-structured questionnaire contained closed questions regarding knowledge of Basic Genetics and Medical Genetics and the importance of Genetics knowledge for the formation of general physicians. The data obtained were analyzed using Chi-squared Test. The qualification of academic knowledge about genetics was considered good for most of the topics analyzed, with significant statistical difference only for the oncogenetic ( $\chi^2$ ;  $p= 0.005$ ), genetic and common adult diseases ( $\chi^2$ ;  $p= 0.004$ ) and treatment of genetic diseases ( $\chi^2$ ;  $p= 0.028$ ). Concerning the adequacy of knowledge in genetics for clinical practice, approximately 50% of the students considered their knowledge sufficient and 30% consider themselves confident to give genetic counseling. In short, the participants demonstrated good knowledge of medical and/or human genetics, although they had no practical experience in the subject. This study reinforces the importance of reformulation in the curriculum, with emphasis on the clinical applicability of scientific knowledge.

**KEYWORDS:** Education, Medical; Genetics, Medical; Knowledge

## 1 | INTRODUÇÃO

Os avanços na área de Genética Humana impulsionados pelo Projeto Genoma Humano revolucionaram o entendimento do processo saúde-doença, com novas possibilidades de diagnóstico, prognóstico e perspectivas de tratamento (CUNHA et al., 2010). Dessa forma, é um desafio para os profissionais da saúde manterem-se atualizados e em contato constante com todas as inovações no campo da Genética.

Estima-se que uma parcela significativa da população necessite de algum tipo de atendimento relacionado à Genética (para diagnóstico, tratamento ou aconselhamento genético). Porém, poucos indivíduos e famílias recebem o atendimento necessário, com destaque para a desinformação da comunidade a respeito das doenças hereditárias, a dificuldade no diagnóstico e, sobretudo, a falta de um número suficiente de serviços de Genética Clínica (RAMALHO, 2004). A escassez de profissionais qualificados no campo é exacerbada pelo limitado treinamento em genética e aconselhamento nas Faculdades

de Medicina. Uma barreira importante para a implementação mais generalizada de testes genômicos no Brasil é a escassez de profissionais de saúde que solicitem testes adequadamente, interpretem esses resultados e ofereçam aconselhamento genético (ASHTON-PROLLA et al., 2015). A genética clínica foi aprovada como especialidade médica no Brasil em 1983. Atualmente, há dez programas de residência formando uma média de 17 geneticistas clínicos por ano havendo, aproximadamente, 1 para cada 770.000 cidadãos (SBGM, 2014). Entretanto, a maioria dos serviços de Genética está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, principalmente no estado de São Paulo, vinculada a universidades, centros de pesquisa e hospitais universitários. Alguns estados brasileiros como Amapá, Roraima, Rondônia e Tocantins, todos localizados na região Norte, ainda careciam de cuidados especializados em Genética (HOROVITZ et al., 2013; PASSOS-BUENO et al., 2014).

As atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do curso de graduação em Medicina determinam como parte do perfil de competência dos egressos a “proposição e explicação, à pessoa sob cuidado ou responsável, sobre a investigação diagnóstica para ampliar, confirmar ou afastar hipóteses diagnósticas, incluindo as indicações de realização de aconselhamento genético” (BRASIL, 2014). Como não está explícito nas DCN quais os conhecimentos, habilidades e atitudes são necessários para atingir essa competência, a Sociedade Brasileira de Genética Médica (SBGM) posicionou-se elencando competências necessárias aos profissionais de saúde.

As quatro competências essenciais a todos os profissionais de saúde elencadas foram: 1. examinar regularmente a sua própria competência clínica, reconhecendo lacunas de aprendizagem e o avanço da Genética e da Genômica ao longo do tempo, compreendendo a necessidade da educação continuada; 2. identificar indivíduos que apresentem ou possam desenvolver uma doença genética e saber como e quando fazer encaminhamento para um profissional especializado em Genética Médica; 3. manejar pacientes com doenças genéticas/defeitos congênitos previamente diagnosticados, utilizando diretrizes clínicas já estabelecidas no âmbito da sua atuação profissional; e 4. promover e estimular práticas clínicas e de Educação em Saúde objetivando a prevenção de doenças genéticas/defeitos congênitos (MELO et al., 2017). Tais competências nos fazem (re)pensar a abordagem da genética na graduação médica e ressaltam a necessidade iminente de compreensão dessa ciência pelos profissionais de saúde. Nesse sentido, a expectativa é que esse perfil de competência seja incorporado nos cursos de graduação em Medicina, cuja DCN já reconhece a importância da Genética no processo de cuidado à saúde (MELO et al., 2017).

Segundo a literatura, os estudos sobre ensino/conhecimento em Genética são escassos. Um deles com 171 profissionais da equipe de enfermagem de setores materno-infantis evidenciou despreparo da equipe para abordagem familiar de crianças portadoras de anomalias genéticas e a necessidade de capacitação neste campo (CUNHA et al., 2010). Outro trabalho realizado com 12 residentes de Pediatria mostrou que os participantes demonstraram pouco interesse por Genética, mas

tinham um grau razoável de conhecimento. Entretanto, esse conhecimento era pouco vinculado à prática clínica, sugerindo a necessidade de reformulação da formação médica (CORREIA et al., 2011). O déficit do ensino de biologia, com ênfase na Genética, também foi evidenciado no ensino médio das escolas públicas brasileiras (MOURA et al., 2013). Estudo recente foi realizado com médicos e enfermeiros acerca de conhecimentos e experiências em Genética na atenção primária à saúde e mostrou necessidade de educação continuada (LOPES-JÚNIOR et al., 2017).

Esses estudos apontam que as deficiências no ensino de Genética são iniciadas na educação básica, afetam a educação médica e se refletem na prática clínica. No Brasil, por exemplo, os tópicos da genética fazem parte do conteúdo de biologia ensinado na terceira série do ensino médio. Porém, a genética, como disciplina, não é bem aceita pela maioria dos discentes do ensino público em função de sua complexidade (MOURA et al., 2013). Para Vilela (2007), essa problemática se deve em grande parte ao não preparo adequado do docente que ministra a disciplina, pela falta de associação dos conteúdos dados frente à realidade na qual o aluno está inserido e pela forma abstrata de como os conteúdos são abordados em alguns livros didáticos. Silva e Cicillini (2008) ressaltam que mais do que fornecer informações, o ensino de biologia deve permitir ao educando o desenvolvimento de habilidades e competências para compreensão, sistematização e reelaboração de fatos. Assim, Carabetta (2010) afirma que para a realização desta tarefa é necessário que o educador planeje procedimentos didáticos que instiguem o aluno a refletir e aplicar os conteúdos dados em sala de aula na resolução de situações problema.

Diante do exposto, percebe-se que a Genética apresenta grande importância e relevância na prática médica. Entretanto, por lidar com doenças raras e mecanismos complexos, nem sempre os estudantes e profissionais atem-se ou valorizam o conteúdo de genética ministrado durante a graduação. O questionamento sobre o conhecimento acadêmico em genética médica é imprescindível, visto que é por meio de uma formação sólida que o médico atuará profissionalmente de forma segura e adequada, contribuindo para a promoção da saúde e bem-estar da comunidade atendida.

Desse modo, os objetivos do presente estudo foram analisar, por meio de questionário autoavaliativo, a percepção dos alunos do curso de Medicina da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) sobre o conteúdo de Genética ministrado durante o curso e comparar as respostas dadas pelos estudantes dos períodos iniciais com as respostas dos alunos internos.

## **2 | METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo descritivo, de caráter quantitativo, realizado no Centro de Ciências Médicas da UFPB, Campus I, João Pessoa, com graduandos do Curso

de Medicina. O atual Projeto Pedagógico do Curso (PPC) instituído em 2007, possui seis módulos relacionados à Genética, cada um com uma ou várias disciplinas, a ser desenvolvido de modo integrado e articulado. Com base nisso, a amostra deste estudo incluiu alunos matriculados no primeiro, oitavo, décimo e décimo segundo períodos do referido curso por serem aqueles nos quais são ministrados os módulos que tenham algum conteúdo de Genética Médica e/ou Humana. Foram excluídos apenas os alunos que não estavam presentes em sala no momento da aplicação do questionário.

Com a autorização prévia do coordenador do Curso de Medicina e do professor presente em sala de aula, as pesquisadoras NLM e VAG entregaram aos 113 participantes o questionário e aguardaram o tempo necessário para que os mesmos respondessem às questões. Dos participantes, 85 pertenciam ao ciclo básico e clínico (1º e 8º períodos, respectivamente – denominados não internos) e 28 estavam no internato (10º e 12º períodos – denominados internos) nos rodízios de Ginecologia/Obstetrícia, Pediatria e Neonatologia. A idade média dos acadêmicos foi 22,8 anos, com idade mínima de 17 anos e máxima de 33.

O questionário foi baseado no instrumento de uma pesquisa realizada no Estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre, para avaliação de conceitos básicos em genética, prevenção de defeitos congênitos e aconselhamento genético (VIEIRA, 2012). Foi constituído por questões objetivas, de múltipla escolha e com a indicação de assinalar apenas uma alternativa. As questões abrangiam informações sobre conhecimento de Genética Médica e sua importância para a formação do médico generalista.

Os dados foram coletados entre os meses de agosto e novembro de 2016, organizados em planilha Microsoft Excel® e analisados por estatística descritiva. A comparação entre os grupos foi realizada utilizando-se o teste do Qui-quadrado. Para simplificar a análise dos resultados, nas questões “como você avalia seu conhecimento sobre os tópicos abaixo de Genética Médica e/ou Humana (**Quadro 1**)” e “você considera seu conhecimento em Genética Médica e/ou Humana (**Quadro 2**)” as respostas foram categorizadas como Bom/B (opções Muito bom, Bom e Razoável) e Ruim/R (Ruim e Muito ruim).

Em relação aos aspectos éticos, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Hospital Lauro Wanderley (CAAE: 56164016.0.0000.5183). A coleta de dados somente foi realizada após a aprovação pelo respectivo Comitê e obedeceu aos critérios da Resolução 466/2012, que regulamenta pesquisas com seres humanos.

### 3 | RESULTADOS

Os resultados obtidos estão apresentados nos **Quadros 1 e 2**.

Questões	Respostas (%)	
	Bom	Ruim
<b>Como você avalia seu conhecimento sobre:</b>		
Padrões de herança mendeliana e não mendeliana	81,2	18,8
Não Internos	75	25
Internos		
Ética e Genética	87,1	12,9
Não Internos	92,9	7,1
Internos		
Avaliação genética de famílias e construção de heredogramas	88,2	11,8
Não Internos	89,3	10,7
Internos		
Aconselhamento genético e diagnóstico pré-natal	71,8	28,2
Não Internos	82,1	17,9
Internos		
Infertilidade e abortos de repetição	60	40
Não Internos	78,6	21,4
Internos		
Tratamento de doenças genéticas	40	60
Não Internos	39,3	60,7
Internos		
Risco de recorrência de doenças genéticas e malformações congênitas	60	40
Não Internos	71,4	28,6
Internos		
Erros inatos do metabolismo e triagem neonatal	41,2	58,8
Não Internos	71,4	28,6
Internos		
Oncogenética	35,3	64,7
Não Internos	39,3	60,7
Internos		
Genética de populações	56,5	43,5
Não Internos	46,4	53,6
Internos		
Cromossomopatias	64,7	35,3
Não Internos	92,9	7,1
Internos		
Genética e doenças comuns do adulto (diabetes, hipertensão, etc)	71,8	28,2
Não Internos	85,7	14,3
Internos		
Diagnóstico bioquímico e molecular das doenças genéticas	44,7	55,3
Não Internos	21,4	78,6
Internos		

Quadro 1 – Respostas quanto à qualificação do conhecimento dos estudantes de Medicina acerca dos principais tópicos de Genética Médica e/ou Humana.

A qualificação do conhecimento acadêmico sobre genética foi considerada boa para a maioria dos tópicos analisados (Quadro 1), com diferenças estatisticamente significativas apenas para as questões oncogenética ( $\chi^2$ ;  $p=0,005$ ), genética e doenças comuns do adulto ( $\chi^2$ ;  $p=0,004$ ) e tratamento de doenças genéticas ( $\chi^2$ ;  $p=0,028$ ).

Questões	Respostas (%)	
	Bom	Ruim
Você considera seu conhecimento em Genética Médica e/ou Humana:		
Não internos	71,8	28,2
Internos	64,3	35,7
Para sua atuação na prática clínica, você avalia que seu conhecimento em Genética Médica e/ou Humana é:	<b>Suficiente</b>	<b>Insuficiente</b>
Não internos	49,4	50,6
Internos	57,1	42,9
Como você avalia seu grau de confiança para dar orientações sobre genética a seus pacientes/familiares no futuro:	<b>Confiante</b>	<b>Nada Confiante</b>
Não internos	31,8	68,2
Internos	28,6	71,4

Quadro2 – Respostas quanto à adequação do conhecimento em Genética Médica e/ou Humana para a prática clínica.

Para nenhuma das questões apresentadas no **Quadro 2** houve diferença estatisticamente significativa entre internos e não internos.

#### 4 | DISCUSSÃO

As doenças genéticas e anomalias congênitas são condições muitas vezes passíveis de serem diagnosticadas, tratadas e eventualmente prevenidas e são causas frequentes de morbimortalidade (JORDE; CAREY; BRAMSHAD, 2017). Geralmente, o primeiro contato dos pacientes com doença genética é com o médico generalista e, portanto, estes têm um papel fundamental no encaminhamento e orientação dos pacientes. Em países onde não há serviços de genética em número suficiente, como é o caso do Brasil, o paciente pode ser acompanhado apenas pelo médico da Atenção Primária. Por esse motivo, esses médicos necessitariam receber uma formação bem melhor que a atual, para que o papel de orientador seja cumprido satisfatoriamente (CORREIA et al., 2011). No entanto, estudos prévios demonstraram fragilidades na atuação desses profissionais (VIEIRA et al., 2013; LOPES-JÚNIOR et al., 2017).

O presente estudo teve como objetivo analisar o ensino de genética na graduação e sua aplicação na prática médica. Não há estudos publicados até o momento com esse enfoque, o que evidencia o ineditismo desse trabalho. Os estudos disponíveis na literatura avaliaram o ensino de genética nas escolas médicas (PORCIUNCULA, 2004) ou tiveram como amostra de estudo pediatras (CORREIA et al., 2011) ou profissionais da atenção básica (VIEIRA et al., 2013; LOPES-JUNIOR et al., 2017). Assim, a escassez de estudos pode ter limitado de alguma forma a discussão dos dados encontrados nessa pesquisa.

Estudo realizado em 2004 mostrou que o ensino de genética apesar de estar bem estabelecido nas escolas médicas do país, ainda é extremamente variável e precisa de uma melhor definição dos objetivos direcionados para a prática médica



(PORCIUNCULA, 2004). Pesquisa publicada em 2011 revelou pouco interesse pela genética demonstrado pelos médicos residentes em pediatria, mesmo neste grupo, cujo contato com pacientes com doenças genéticas é mais frequente, comparado com outras especialidades médicas (CORREIA et al., 2011). Outros dois estudos conduzidos no Brasil com profissionais da atenção primária à saúde mostraram a necessidade de ações de educação continuada na área de Genética (VIEIRA et al., 2013; LOPES-JUNIOR et al., 2017). O último mostrou que embora a maioria dos participantes (85,2%) reconheceram ter recebido algum conteúdo sobre genética durante a graduação, a maioria (77,8%) informou que não se sentia preparada para prestar cuidados de saúde baseados em genética/genômica na atenção primária. Esses resultados corroboram os aqui apresentados, ou seja, apesar de conhecimento teórico sobre genética, a prática clínica está comprometida.

Na graduação em Medicina da UFPB, o conteúdo de genética é diluído em módulos afins. Em contrapartida, estudo prévio mostrou que em 91% das escolas médicas brasileiras há uma disciplina específica de genética e os conteúdos vão sendo introduzidos no ciclo profissional do curso (PORCIUNCULA, 2004). Em outra pesquisa, o conteúdo de genética na graduação em Medicina foi abordado principalmente em uma disciplina específica de genética (45,8%) e secundariamente de maneira não disciplinar (37,5%) (LOPES-JÚNIOR et al., 2017).

Quanto aos conteúdos de genética ministrados na graduação, de um modo geral, a avaliação sobre o conhecimento acadêmico foi considerada boa para a maioria dos tópicos analisados (**Quadro 1**). Também não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as respostas de internos e não internos para a maioria das questões analisadas, exceto para três delas (oncogenética, genética e doenças comuns do adulto e tratamento de doenças genéticas). O conhecimento sobre Erros Inatos do Metabolismo, Triagem Neonatal, Cromossomopatias, Infertilidade e Abortos de repetição foi bem avaliado com uma frequência maior no grupo de acadêmicos internos. Uma provável explicação para isto é que esses acadêmicos realizaram rodízios na Neonatologia, Pediatria e Ginecologia Obstetrícia, áreas em que esses temas são bastante discutidos e frequentes.

Por outro lado, os tópicos tratamento de doenças genéticas, oncogenética e diagnóstico bioquímico e molecular das doenças genéticas exibiram uma frequência geral de 40% de conhecimento bom em ambos os grupos. Nesse sentido, a abordagem desses temas deve ser revista, visando aperfeiçoar e consolidar os conhecimentos sobre eles. Esse resultado poderia ser explicado pela atualidade, complexidade e constante evolução dos temas. Segundo a literatura, a área de medicina genômica personalizada constitui um desafio constante para a classe médica, especialmente para aqueles com maior tempo de formação acadêmica (LI; XU; YASHAR, 2015; PLUNKETT-RONDEAU; HYLAND; DASGYPTA, 2015; MCCAULEY et al., 2017).

Quanto à adequação do conhecimento em genética para a prática clínica (**Quadro 2**), cerca de 50% dos acadêmicos consideraram seu conhecimento suficiente e apenas

30% se declararam confiantes para orientação genética. Esses dados estão de acordo com aqueles disponíveis na literatura que mostrou que apenas 42,6% dos médicos e enfermeiros relataram que o conteúdo de genética da graduação estava ligado à prática clínica (LOPES-JÚNIOR et al., 2017). Os dados disponíveis na literatura e os aqui relatados nos fazem refletir sobre a formação médica, a qual deve ser repensada, visando aproximar a teoria da prática e contribuindo para a atuação segura desse profissional de saúde. Uma forma de minimizar essa lacuna entre teoria e prática é a inserção dos acadêmicos em ambulatórios especializados no atendimento a pacientes com doenças genéticas. Uma experiência promissora foi realizada com graduandos do sexto ano do curso de Medicina de uma universidade do interior do estado de *São Paulo*. Os estudantes participaram do ambulatório de genética médica da APAE (Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) como parte do estágio de internato em Saúde Coletiva e Medicina da Família e Comunidade. Os acadêmicos avaliaram 140 pacientes e estabeleceram o grau de comprometimento intelectual, a etiologia da deficiência intelectual e ofereceram aconselhamento genético não-diretivo às famílias, sob orientação dos professores. Houve, assim, uma diversificação do cenário de ensino/aprendizagem e os estudantes puderam se apropriar de alguns fundamentos teóricos da genética médica a partir da constatação de suas implicações na prática clínica, tornando a aprendizagem significativa (MELO; DEMARZO; HUBER, 2008).

Em nosso estudo, independentemente do grupo de acadêmicos analisados, houve predomínio (70%) da resposta nada confiante para dar orientações sobre genética aos pacientes e seus familiares, com valores superiores àqueles descritos na literatura (NIPPERT et al., 2011). Pesquisa realizada em cinco países (França, Alemanha, Holanda, Suécia e Reino Unido) com médicos da atenção primária (31,7% clínicos gerais, 31,7% obstetras/ginecologistas e 36,6% pediatras) mostrou que apenas 19,3% dos profissionais se sentiam confiantes em relação ao conhecimento, habilidades e tarefas relacionados à Genética, sendo 44,2% não confiantes. Os profissionais com menor nível de confiança foram aqueles menos expostos à informação e/ou treinamento em Genética (NIPPERT et al., 2011). Outra pesquisa realizada na China também reforça conhecimento e confiança insuficientes em genética por parte dos médicos generalistas em sua conduta clínica (LI; XU; YASHAR, 2015).

Estudo relativamente recente realizado na China revelou que 84% dos médicos relataram a necessidade de maior conhecimento em genética, evidenciando assim que a atual educação em genética médica na China é inadequada (LI; XU; YASHAR, 2015). Uma pesquisa nos Estados Unidos e Canadá avaliou os currículos de genética nas escolas médicas quanto às tecnologias genômicas e também revelou que para a maioria dos participantes o conteúdo de genética foi insuficiente para a prática clínica (PLUNKETT-RONDEAU; HYLAND; DASGUPTA, 2015).

Ainda as DCN do Curso de Graduação em Medicina preconizam que este deve estar organizado, em sua estrutura curricular, de tal maneira que permita a inserção do aluno em atividades práticas, de complexidade crescente durante a graduação,

utilizando vários cenários de aprendizagem, por meio da integração ensino-serviço (BRASIL, 2001). Os achados de nossa pesquisa nos fazem refletir sobre isso uma vez que 50% dos estudantes acham seu conhecimento insuficiente para sua atuação na prática clínica e 70% deles não se sentem confiantes para orientação ao paciente e seus familiares.

Esse estudo destaca-se pelo seu ineditismo e reforça a necessidade de estudos adicionais englobando uma casuística maior de diferentes instituições de ensino de nosso país, podendo incluir até mesmo os graduados em medicina. Sua limitação é a impossibilidade de generalização dos resultados, pois essa pesquisa foi conduzida com apenas 113 acadêmicos de medicina de uma universidade pública federal.

## 5 | CONCLUSÕES

Os participantes demonstraram um bom conhecimento sobre genética médica e/ou humana, embora carecessem de experiência prática no assunto. Essa inexperiência pode em parte ser explicada por serem acadêmicos de medicina. Outro motivo seria que os currículos das faculdades de Medicina não aproximam de forma adequada o conhecimento básico com a prática clínica. Ainda, as DCN do curso de medicina vigente reforçam a necessidade de uma reformulação no currículo, com ênfase na aplicabilidade clínica do conhecimento básico, visando tornar a disciplina de genética mais atraente aos estudantes.

Nesse contexto, é imprescindível uma estratégia de educação continuada, a fim de que haja integração entre conceitos e prática clínica relacionados à identificação, manejo e à prevenção de doenças genéticas e malformações congênitas.

## REFERÊNCIAS

ASHTON-PROLLA, P. et al. Genomic analysis in the clinic: benefits and challenges for health care professionals and patients in Brazil. **J Community Genet.**, Heidelberg, v.6, n.3, p.275-283, 2015.

BRASIL. Parecer CNE/CES nº 1133/2001, de 7 de agosto de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Enfermagem, Medicina e Nutrição. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF., 3 out. 2001, Seção 1E, p.131.

BRASIL. Parecer CNE/CES nº 116/2014, de 6 de junho de 2014. Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Medicina. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF., 6 jun. 2014.

CARABETTA, V. J. Rever, Pensar e (Re)significar: a Importância da Reflexão sobre a Prática na Profissão Docente. **Rev Bras Educ Méd.**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 4, p. 580-586, 2010.

CORREIA, P.S. et al. Conhecimento e Atitudes sobre Genética entre Médicos Residentes. **Rev Bras Educ Méd.**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, p. 193-200, 2011.

CUNHA, V.M. et al. Conhecimento da equipe de enfermagem de unidades materno-infantis frente aos distúrbios genéticos. **Rev. Rene**, Fortaleza, v. 11, Número Especial, p. 215-222, 2010.

HOROVITZ, D.D. et al. Genetic services and testing in Brazil. **J Community Genet.**, Heidelberg, v. 4, n. 3, p.355-75, 2013.

JORDE, LB; CAREY, JC; BAMSHAD, MJ. Conceitos e história: o impacto clínico das doenças genéticas. In: JORDE, LB; CAREY, JC; BAMSHAD, MJ. **Genética Médica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 1-5.

LI, J.; XU, T.; YASHAR, B.M. Genetics educational needs in China: physicians' experience and knowledge of genetic testing. **Genet Med.**, v.17, n.9, p.757-760,2015.

LOPES-JÚNIOR, L.C. et al. Genetic education, knowledge and experiences between nurses and physicians in primary care in Brazil: A cross-sectional study. **Nurs Health Sci.**, Australia, v.19, n.1, p.66-74, 2017.

MCCAULEY, M.P. et al. Genetics and Genomics in Clinical Practice: The Views of Wisconsin Physicians. **WMJ.**, Madison, v.116, n.2, p.69-74, 2017.

MELO, D.G.; DEMARZO, M.M.P.; HUBER, J. Ambulatório de Genética Médica na Apae:Experiência no Ensino Médico de Graduação. **Rev Bras Educ Med.**, Rio de Janeiro, v.32, n.3, p.396–402, 2008.

MELO, D.G et al. Qualificação e provimento de médicos no contexto da Política Nacional de Atenção Integral às Pessoas com Doenças Raras no Sistema Único de Saúde (SUS). **Interface: Comunicação, Saúde & Educação.**, Botucatu, v.21, supl.1, p. 1205-1216, 2017.

MOURA, J. et al. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.

NIPPERT, I. et al. Confidence of primary care physicians in their ability to carry out basic medical genetic tasks-a European survey in five countries-Part 1. **J Community Genet.**, Heidelberg, v.2, n.1, p.1-11, 2011.

PASSOS-BUENO, M.R. et al. Genetics and genomics in Brazil: a promising future. **Mol Genet Genomic Med.**, United States, v. 2, n. 4, p. 280-91, 2014.

PLUNKETT-RONDEAU, J.; HYLAND, K.; DASGUPTA, S. Training future physicians in theera of genomic medicine: trends in undergraduate medical genetics education. **Genet Med**. v.17, n.11, p. 927-934, 2015.

PORCIUNCULA, C.G.G. **Avaliação do ensino de genética médica nos cursos de medicina do Brasil**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 2004. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp>>.

RAMALHO, A.S. Genética Comunitária: uma alternativa oportuna e viável no Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Genética Clínica**, v. 6, p. 2-7, 2004.

SBGM (Sociedade Brasileira de Genética Médica) (2014) Residência Médica. Disponível em:<<http://www.sbgm.org.br/residencia.asp>>.

SILVA, M. O.; CICILLINI, G. A. O potencial das discussões polêmicas nas aulas de Biologia. In: UNIVERSIDADE, NECESSÁRIAS UTOPIAS E DISTOPIAS. Uberlândia. Atas. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, p. 1-7. 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Centro de Ciências da Saúde, 2007. Projeto Político-pedagógico do Curso de Graduação em Medicina. Disponível em: <<http://www.ccm.ufpb.br/arquivosdosite/PPP.PDF>>

VIEIRA, D.K.R. et al. Atenção em genética médica no SUS: a experiência de um município de médio porte. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.23, n.1, p.243-261, 2013.

VIEIRA, T.A. **Genética Comunitária: A inserção da Genética Médica na atenção primária à saúde em Porto Alegre**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

VILELA, M. R. **A produção de atividades experimentais em genética no ensino médio**. (Monografia) – Especialização em Ensino de Ciências por Investigação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

## ANATOMIA 3D IMPRESSA: ABORDAGEM EDUCACIONAL DA TECNOLOGIA MÉDICA

### **Guilherme Socoowski Hernandes Götz das Neves**

Universidade Federal do Rio Grande – FURG;  
Faculdade de Medicina; Graduando em Medicina.  
Rio Grande - RS.

### **Gutemberg Conrado Santos**

Universidade Federal do Rio Grande – FURG;  
Instituto de Matemática, Estatística e Física;  
Graduando em Física.  
Rio Grande - RS.

### **Ana Cristina Beitia Kraemer Moraes**

Universidade Federal do Rio Grande – FURG;  
Faculdade de Medicina; Professora da Disciplina  
de Anatomia Humana.  
Rio Grande - RS.

**RESUMO:** O artigo trata da criação de modelos produzidos em impressoras 3D para diferentes propósitos na área da saúde, seja para aplicação acadêmica ou na realidade clínica, como peças educacionais ultra-realistas, próteses customizadas para cada paciente, órtese e planejamento cirúrgico em procedimentos de alta complexidade. Adicionalmente, discute-se sobre as ferramentas de auxílio na avaliação de exames de imagem visando facilitar a interpretação diagnóstica. Tal investigação foi realizada no contexto de um projeto de ensino no qual cinquenta e sete alunos do curso de medicina, da disciplina de anatomia humana,

foram instruídos na utilização do programa computacional 3D Slicer, gratuito para o uso e mantido com aportes do *National Institutes of Health*. Programas desse gênero atuam através de algoritmos capazes de proporcionar a visualização tridimensional dos componentes e de enfatizar determinados aspectos do exame (*DICOM*), cujos arquivos podem ser oriundos de Ressonância Magnética, Tomografia Computadorizada ou Ressonância Magnética por Tensor de Difusão. O resultado foi a capacitação dos discentes inscritos e os modelos tridimensionais de estruturas humanas por eles confeccionados, sejam órgãos inteiros ou partes desses, cujas fotos constam no corpo do texto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diagnóstico por Imagem; Modelagem Computacional Específica para o Paciente; Próteses e Implantes; Órtese; 3D Slicer.

**ABSTRACT:** The article deals with the creation of models produced in 3D printers for different purposes in the health area, either for academic application or clinical reality, such as ultra-realistic educational pieces, prostheses customized for each patient, orthotic devices and surgical planning in procedures of high complexity. Additionally, there is a discussion about the tools of assistance in the evaluation of imaging tests in order to facilitate the



diagnostic interpretation. This research was carried out in the context of a teaching project in which fifty-seven medical students from the discipline of human anatomy were instructed in the use of the 3D Slicer, software maintained with contributions from the National Institutes of Health and that is open source license. Programs of this kind act through algorithms capable of providing the three-dimensional visualization of the components and of emphasizing certain aspects of the imaging test (DICOM), whose files can be derived from Magnetic Resonance Imaging (MRI), Computed Tomography (CT) or Diffusion Tensor Magnetic Resonance (DTI). The result was the training of the enrolled students and the three-dimensional models of human structures they have made, whether whole organs or parts of them, whose pictures are included in the body of the text.

**KEYWORDS:** Diagnostic Imaging, Patient-Specific Modeling, Prostheses and Implants, Orthotic Devices, 3D Slicer.

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma atividade profissional evolui devido ao acúmulo de conhecimento específico e aos instrumentos disponíveis para que tal prática seja exercida. Nesse sentido, a Radiologia ou Imagiologia permitiu aos médicos ponderarem sobre as condições do meio interior ao corpo sem necessidade de intervenção cirúrgica, poupando o paciente de procedimentos invasivos.

No ápice dessa evolução surgiram programas computacionais como o 3D Slicer. Ao passo que auxilia a avaliação por imagem ao facilitar a interpretação diagnóstica, otimizando tempo de resposta e aumentando resolutividade, alia o exame de imagem com a modelagem tridimensional, inaugurando um leque de possibilidades: criação de peças educacionais ultra-realistas, próteses customizadas para cada paciente, órtese e planejamento cirúrgico. As possibilidades criadas são úteis na área da educação em saúde para discentes e também na educação continuada para especialistas.

O objetivo do projeto AUXÍLIO DA TECNOLOGIA 3D NO ENSINO DE FÍSICA MÉDICA, MEDICINA E OUTROS CURSOS COM NECESSIDADE DO APRENDIZADO DE ANATOMIA HUMANA foi introduzir essas novas ferramentas para os alunos e, ao mesmo tempo, consolidar o aprendizado dessa disciplina indispensável para o profissional da saúde.

## 2 | METODOLOGIA

No segundo semestre de 2017 foi realizada a capacitação dos monitores e um projeto piloto, a fim de ensinar discentes do grupo de teste sobre o 3D Slicer, programa utilizado em algumas das melhores universidades do mundo. Esse grupo foi criado visando acompanhar a progressão dos alunos, observando o desenvolvimento de competências, e a elaboração de um plano de ensino com metodologia direcionada.

No primeiro semestre de 2018 foi ofertado aos discentes do primeiro ano do curso de medicina, como uma ferramenta para ampliação do aprendizado da anatomia humana. Dos setenta e cinco alunos matriculados na disciplina, cinquenta e sete se inscreveram, após terem assistido a uma apresentação explicativa de 20 minutos sobre o projeto, que enfatizava a oportunidade e a importância do aprender fazendo, relacionando-o ao conteúdo abordado na disciplina que estariam vivenciando durante o ano.

Com a experiência obtida no projeto piloto, as principais ferramentas de interesse para um profissional da saúde foram agrupadas em módulos temáticos. Através da colaboração entre a Faculdade de Medicina (FAMED) e o Instituto de Matemática, Estatística e Física (IMEF), oficinas sobre esses temas foram ministradas em um laboratório de informática para os cinquenta e sete inscritos, dando-lhes a possibilidade de aprender e simultaneamente colocar em prática o conteúdo abordado. Os módulos ministrados foram:

1. Introdução à modelagem 3D médica e aplicações
2. Modelagem baseada em partes de alta densidade
3. Modelagem baseada em partes de baixa densidade
4. Prática - Elaboração do modelo de coluna
5. Técnicas de finalização e impressão dos modelos em 3D

Os cinco módulos capacitaram os inscritos em todas as funcionalidades básicas do programa 3D Slicer, lhes ensinando competências como: interpretação da informação imagiológica, como importar exames, trabalhar com partes de alta densidade (ossos e estruturas cartilaginosas, principalmente), trabalhar com partes de baixa densidade (os diferentes órgãos do corpo humano, além de tecidos conjuntivo, tecido adiposo e volume sanguíneo em alguns casos) e criação tridimensional.

Cada oficina, realizada no laboratório, foi dividida em três momentos. No primeiro segmento ocorria uma explicação teórica do módulo através de recursos audiovisuais, esses em quase totalidade foram elaborados especificamente para o projeto, mas alguns conteúdos de acesso público em plataformas de vídeo pela internet também foram utilizados. No segundo segmento, a projeção da tela do programa era disponibilizada enquanto o monitor incentivava os alunos a repetirem cada etapa demonstrada, além de elucidar sobre o uso das ferramentas envolvidas em cada passo. No terceiro segmento, o monitor designava uma meta na qual os alunos deveriam trabalhar até o fim do dia e seguia individualmente de computador em computador para sanar as dúvidas.

Devidamente explicadas todas as pré-condições de infraestrutura e ensino, faz-se necessário introduzir a correta utilização do 3D Slicer propriamente dito. Tal ato consiste de, simplificada, três grandes objetivos que são divididos nas várias etapas que os compõem: importação de exames, criação do modelo para o ambiente

virtual e criação do modelo para impressão.

O primeiro envolve a importação das imagens de base para o programa, ou seja, do exame que será utilizado para confeccionar o modelo. Essas imagens podem ser de Ressonância Nuclear Magnética, Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética por Tensor de Difusão ou DTI (método cuja incidência da ressonância ocorre sobre moléculas de água para verificar sua difusão, especialmente útil para tecidos moles como o cérebro). Os exames importados, diferentemente da apresentação tradicional no qual são mostradas várias fatias dentro de um mesmo plano de corte, passam a ser expostos simultaneamente em três perspectivas, correspondentes aos três planos anatômicos clássicos: transverso, sagital e coronal. Na Figura 1 são, respectivamente, os planos com a barra superior em vermelho, amarelo e verde. A perspectiva inicial parte do corte central de cada plano. É possível desabilitar um ou dois desses planos, para aproximar a experiência do usuário com a apresentação tradicional. A quarta tela, cuja barra superior é azul e seu fundo de preenchimento também, não contém nada no momento da importação, pois é onde, nos passos seguintes, será disposto o modelo ao longo de sua preparação, seja ele apenas virtual ou para impressão.

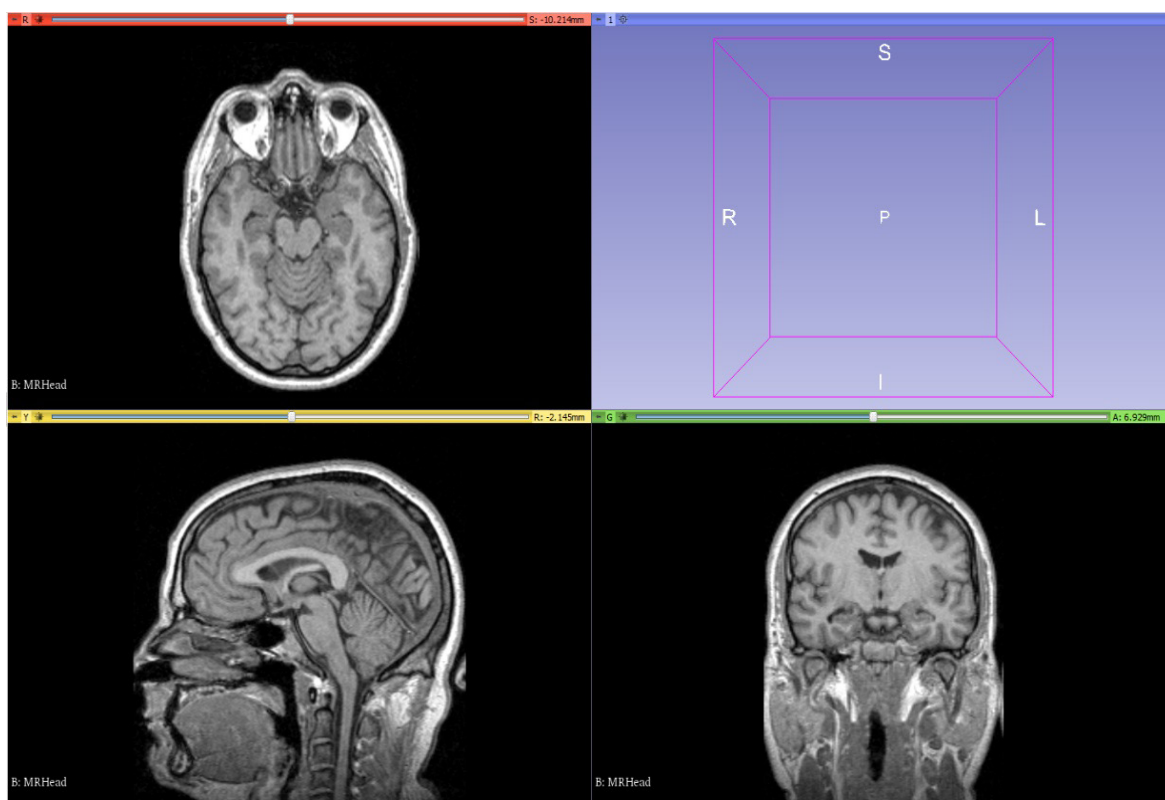


Figura 1 – Exame de ressonância magnética de domínio público, para fins educacionais, importado para o ambiente do 3D Slicer

Fonte: Acervo do projeto.

O segundo envolve a seleção da área de interesse, caso essa não corresponda a todo o exame, omitindo porções corporais saudáveis para que o enfoque seja nas

estruturas a serem analisadas. (fig.: 2,3) Independentemente da escolha pelo exame integral ou por uma área dele, logo inicia-se a criação de um modelo tridimensional dentro do ambiente virtual a partir das imagens de base. Esse pode ser rotacionado por 360° em qualquer eixo de movimento, manipulado e visto segundo diferentes filtros aplicáveis. O sucesso consiste em realçar a estrutura de interesse para que sua compreensão seja cada vez melhor. Para tanto, os filtros de densidade são instrumentos ideais. (fig.: 4,5) Eles são o resultado de algoritmos que mapeiam cada *pixel* do *DICOM* (arquivo de imagem médica) e reconhecem quais deles estão dentro do intervalo de densidade característico de cada tecido do corpo humano. São oferecidos diferentes filtros, desde tecido ósseo, sistema nervoso e até sistema circulatório, inclusive é possível escolher por priorizar o componente sanguíneo arterial ou venoso. Mesmo com esses recursos, dois desafios persistem: não existe um limite exato de densidade entre cada tecido, a exemplo de osso e alguns tipos de cartilagem que muitas vezes não conseguem ser diferenciados, e os diversos órgãos do corpo humano têm componentes parenquimatosos de densidades muito semelhantes. Transpor esses desafios depende de delicado trabalho manual identificando essas estruturas, aliado ao conhecimento anatômico prévio.

Após usar *softwares* nessa linha de atuação, seja o 3D Slicer ou similares, fica claro que eles podem ser usados de duas maneiras distintas. Ou como um recurso diagnóstico, pois realizando as etapas até aqui descritas se tem uma apresentação mais intuitiva dos resultados do exame, facilitando a compreensão por parte de quem faz a análise; mas sem intenção de oferecer para o paciente ou equipe médica um dispositivo projetado em uma impressora 3D. Ou como atelier de modelagem tridimensional para oferecer esses dispositivos, seja uma prótese com encaixe personalizado conforme a anatomia do paciente, oferecendo grande compatibilidade e conforto entre o coto de amputação e o membro sintético, seja uma órtese para correção postural das necessidades específicas de um paciente em fisioterapia, seja um corpo sintético fidedigno ao do paciente para que a equipe cirúrgica faça o devido planejamento de sua abordagem, seja a criação de modelos educacionais ultra-realistas para cursos da área da saúde; nesses casos é indispensável dominar o terceiro objetivo do programa.

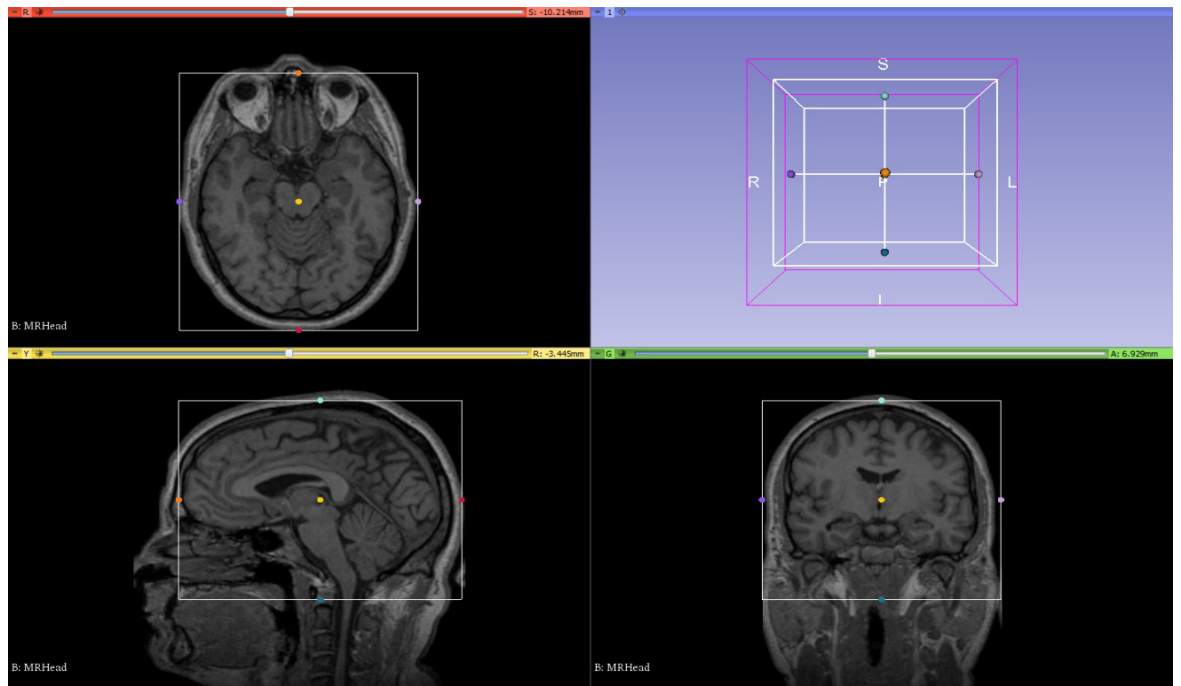


Figura 2 – Ressonância magnética de cabeça com pré-seleção de área de interesse, no caso o cérebro

Fonte: Acervo do projeto.

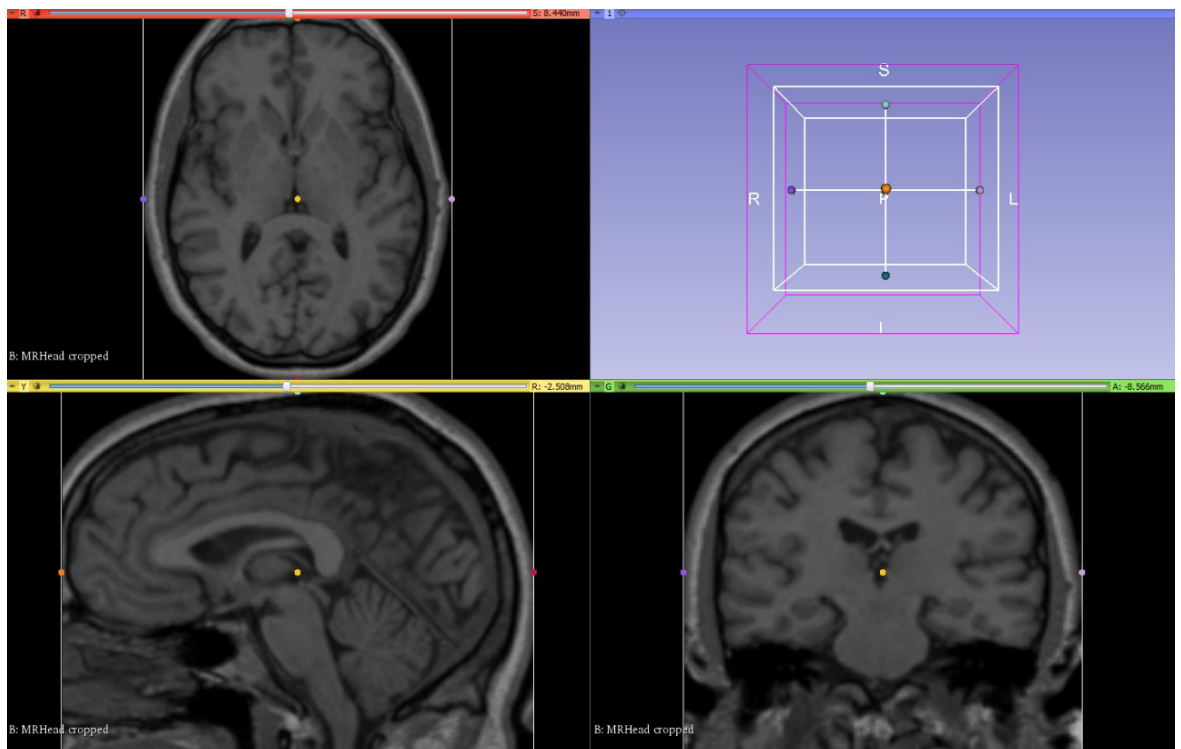


Figura 3 – Ressonância magnética após desprezar as áreas excedentes

Fonte: Acervo do projeto.



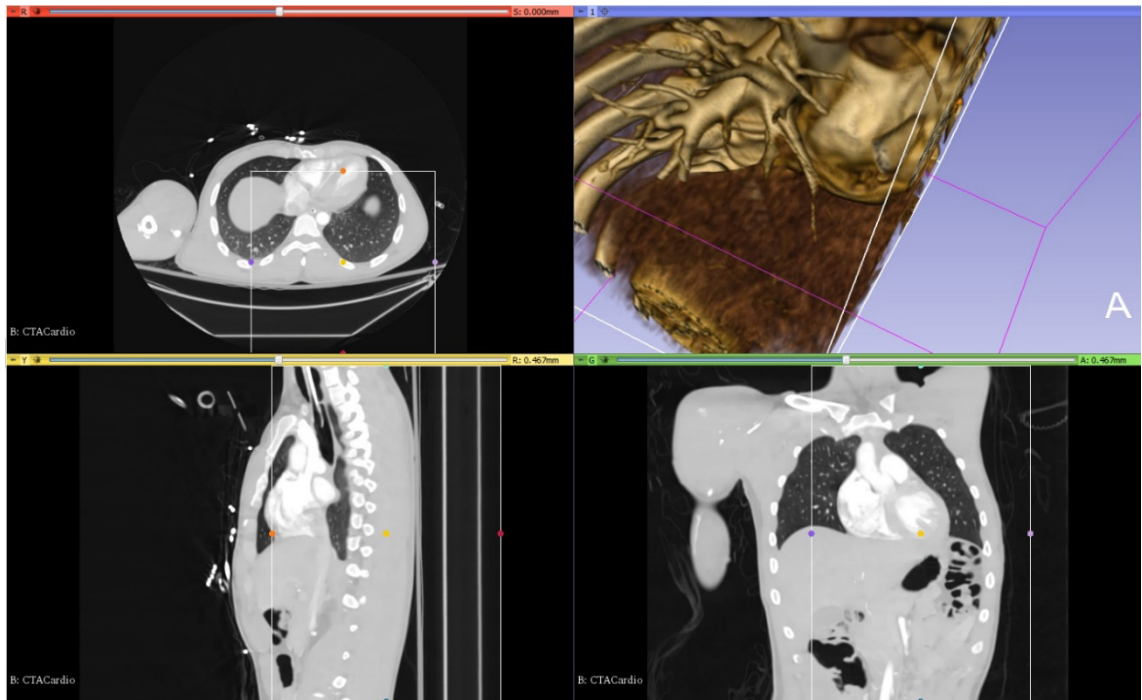


Figura 4 – Tomografia de tórax, após aplicação de filtro de densidade para realçar vasos de grande calibre (tela azul)

Fonte: Acervo do projeto.

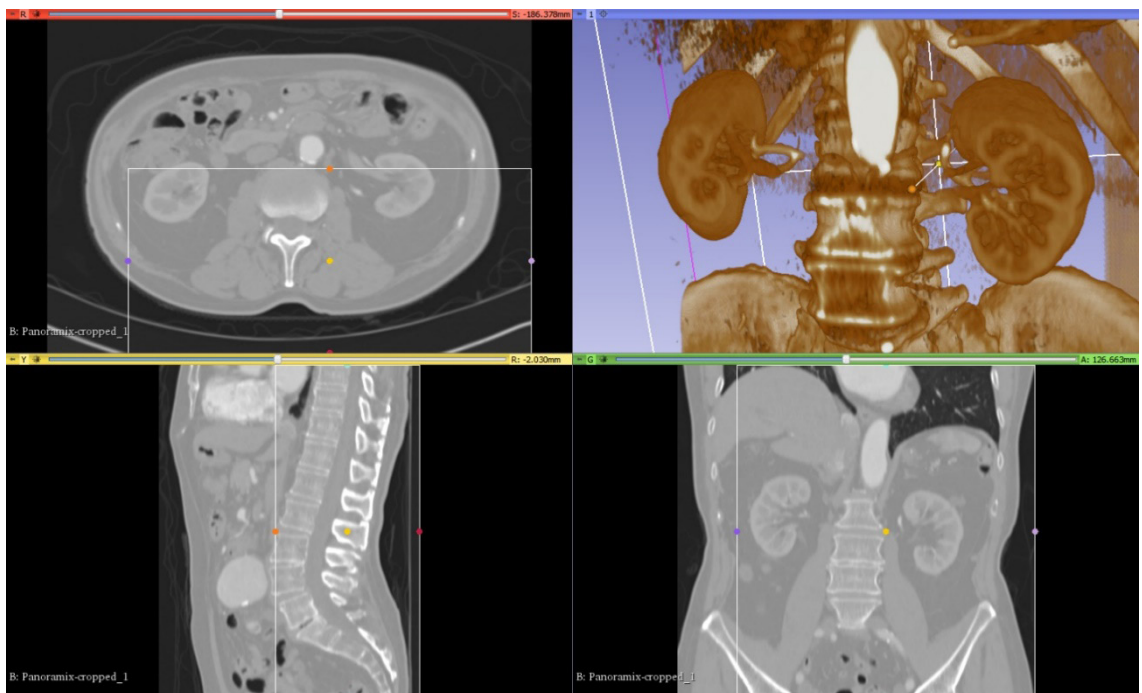


Figura 5 – Tomografia de abdome, após aplicação de filtro de densidade para realçar a anatomia dos rins (tela azul)

Fonte: Acervo do projeto.

O terceiro objetivo consiste na criação do modelo tridimensional para impressão a partir do modelo para o ambiente virtual. Antes de prosseguir, é imprescindível escolher o conjunto de cores a ser usado. É oferecida ao usuário uma sugestão de paleta de cores com a recomendação expressa de que seja seguida, pois cada cor é reservada para uma estrutura anatômica específica, cada órgão, como fígado ou rins,



ou até diferentes partes de um mesmo, como os diferentes lobos do cérebro, têm sua cor recomendada. Essa escolha não tem relação com a cor dos objetos após serem impressos, mas sim visa garantir a padronização e compatibilidade dos modelos feitos pela comunidade de usuários ao redor do mundo.

A criação para impressão é, entre todas as etapas já vistas, a que toma mais tempo, pois envolve literalmente desenhar, preencher e definir os contornos que o objeto impresso terá a partir do modelo virtual. O 3D Slicer conta com todas as ferramentas de um editor de imagens clássico.

O modelo para impressão pode ser criado tanto de forma oca quanto sólida, a vantagem da primeira é poupar material e da segunda é aumentar a resistência e durabilidade. Os participantes das oficinas foram instruídos a criar arquivos sólidos.

Com o modelo já pronto, prossegue-se para a etapa de finalização. O arquivo é exportado do 3D Slicer e utilizado em programas de edição gráfica para realizar o acabamento de texturização antes da impressão. Durante as oficinas foi utilizado o Meshmixer da Autodesk Inc ©. O 3D Slicer, apesar de pioneiro, ainda está em desenvolvimento e pode deixar estruturas sabidamente lisas com aspecto grosseiro e com algumas saliências. Portanto, como acabamento final entende-se, principalmente, a suavização de superfícies para que essas tenham o máximo de proximidade do seu equivalente real.

### 3 | RESULTADOS

Os resultados do projeto podem ser alocados em dois grupos, os tangíveis e os intangíveis. O primeiro se refere às atividades realizadas pelo projeto enquanto proposta educacional e o segundo é a soma dos diversos modelos tridimensionais produzidos durante cada oficina pelos cinquenta e sete alunos inscritos.

Ao fim do último módulo, os alunos encontravam-se plenamente aptos nos três grandes objetivos da utilização do *software* em questão. Foi verificada autonomia para importar os exames sobre os quais desejavam trabalhar, domínio das ferramentas disponíveis como facilitadoras da interpretação de imagens médicas (limitadas somente por conhecimento anatômico e radiológico, não por restrições com o programa) e habilidade para a criação de peças para impressão com grande qualidade.

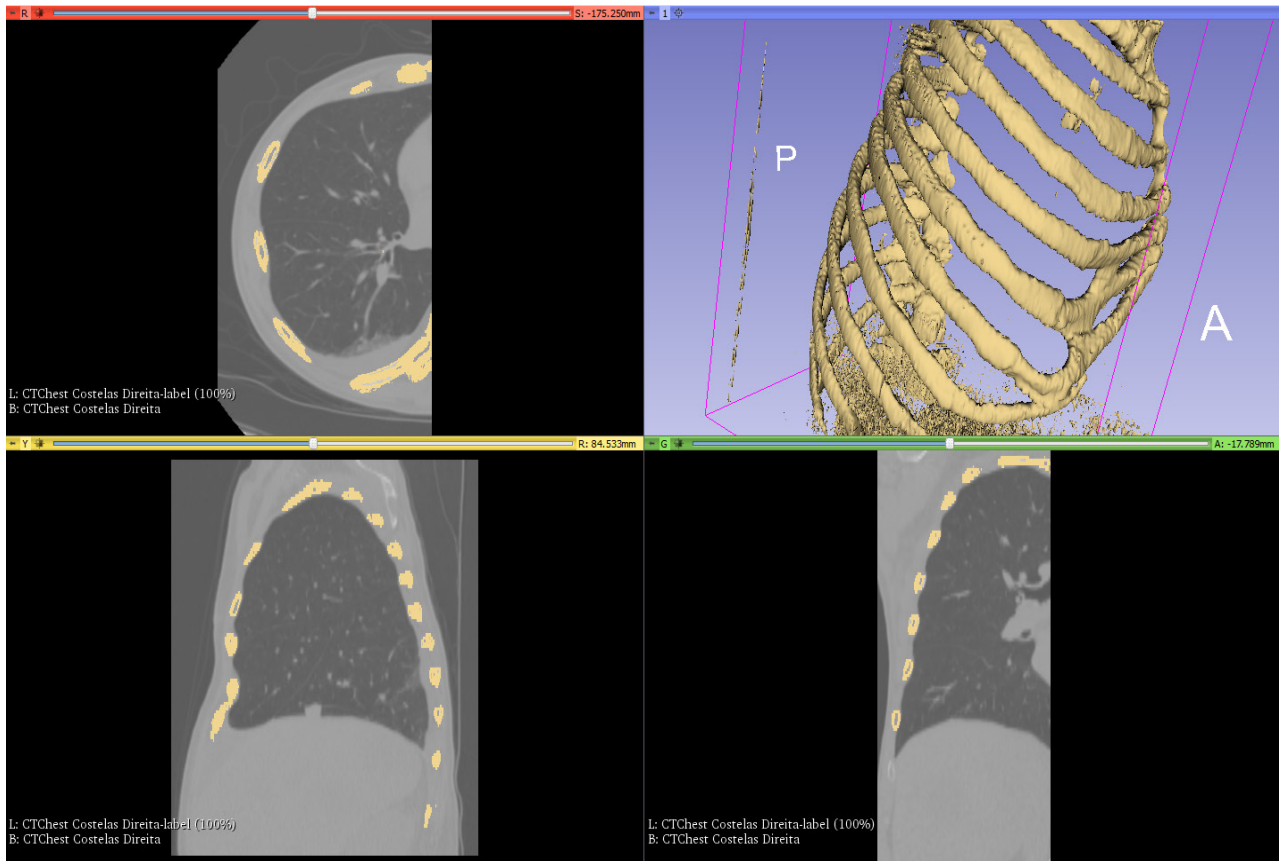


Figura 6 – Modelo do estojo ósseo do tórax desenvolvido por um dos alunos durante as oficinas  
 Fonte: Acervo do projeto.



Figura 7 – Vista lateral do modelo impresso dos ventrículos cerebrais e demais estruturas de contenção do fluido cerebrospinal  
 Fonte: Acervo do projeto.

Ao final das atividades do grupo de teste do projeto piloto, no segundo semestre de 2017, apenas uma peça foi impressa. Um modelo dos ventrículos cerebrais foi escolhido e enviado para o Laboratório Ciência 3D Impressa do IMEF, parceiro do

projeto. É possível verificar a qualidade dos resultados nas Figuras 7 e 8.

Ao longo do primeiro semestre de 2018 os alunos elaboraram modelos de vértebras, costelas, cartilagens e órgãos, como fígado, rins e pulmões. Os mesmos não chegaram a ser impressos por questões orçamentárias, devido ao custo do material para a impressora.

Os arquivos gerados pelos alunos ao longo do seu processo de aprendizagem foram preservados no acervo do projeto. Tanto para fins de registro acadêmico como prevendo que esses possam ter utilidade no futuro.

Caso venham a ser impressos, podem agregar muito em uma aula de Anatomia Humana, pois sua fidedignidade é perfeita, visto que são criados a partir dos dados de seres humanos reais. Outra vantagem é a relação custo-benefício, pois apesar do preço das resinas utilizadas na impressão, criar peças anatômicas dentro da própria universidade é economicamente mais viável que a aquisição das peças comercialmente disponíveis.

O resultado dessa técnica também é de especial interesse para sítios anatômicos de difícil estudo, como os ventrículos cerebrais, considerando que nem os cadáveres tipicamente utilizados no laboratório permitem sua visualização.

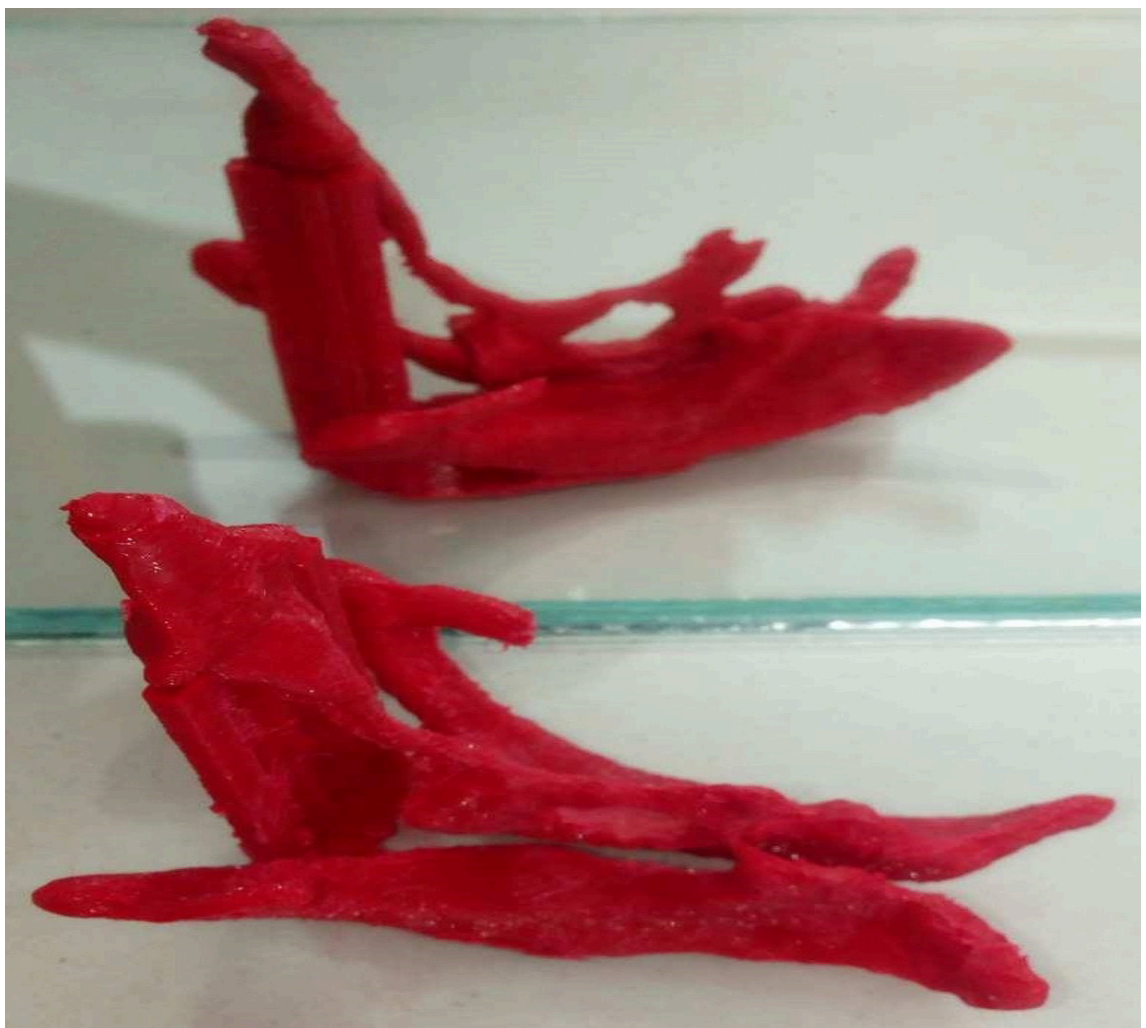


Figura 8 – Vista tangencial do mesmo modelo (o detalhe à esquerda não é anatômico, é um pilar de sustentação para diminuir a fragilidade da peça)

Fonte: Acervo do projeto.

## 4 | DISCUSSÃO

Visto que os dispositivos utilizados são o subproduto de mais de um século de produção científica, não é fora de propósito fazer uma breve revisão histórica. Tais informações foram ensinadas aos discentes durante o projeto.

Desde 1895, quando o físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen descobriu os raios X e em um de seus experimentos conseguiu visualizar a silhueta dos ossos de sua mão, a Radiologia surgiu como campo de estudo de especial interesse para a saúde; tal cientista veio a ser agraciado com um Prêmio Nobel por essa contribuição. Os avanços tecnológicos popularizaram a prática, ao passo que foi possível diminuir suas contrapartidas, como o controle apurado da quantidade de radiação à qual o paciente sofre exposição.

Na segunda metade do século passado, a área foi ampliada por novas modalidades, como Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética, tornando a escolha terapêutica progressivamente mais acertada e rebatizando o campo de estudo como Imagiologia. Em 1999 surgiu o 3D Slicer, a versão mais refinada dessas tecnologias, oriundo da colaboração entre o Laboratório de Inteligência Artificial do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* com o *Brigham's and Women's Hospital*, filiado à *Harvard Medical School*.

A escolha do método de aprendizagem combinado com prática se deu em virtude do tipo de conteúdo a ser ensinado: um processo. O ensino de manipulação tridimensional não se limita a expor diferentes dados almejando sua fixação na memória do aluno, mas sim apresenta sucessivas etapas à qual deve ser submetido o conteúdo original até a obtenção do produto desejado. Os mecanismos oferecidos precisam ser utilizados em uma ordem precisa, tal ordem variando conforme o objetivo, como a interpretação do exame de forma tridimensional em uma tela de computador ou a confecção de uma prótese que será impressa. Nesse sentido, o caminho a ser percorrido entre as diferentes etapas torna-se tão importante quanto, ou talvez até mais, que dominar a utilização correta de cada ferramenta. A prática simultânea permitiu a fixação das etapas a serem seguidas, enquanto a explicação teórica proveu informações sobre o uso correto de cada ferramenta.

Tanto para o aprendizado dos próprios monitores como na maneira que o conteúdo seria ensinado, há de se considerar a dificuldade técnica enfrentada: não existe bibliografia em língua portuguesa, mesmo em língua inglesa só existe material em quantidade diminuta e, por vezes, encontra-se desatualizado, pois a *interface* do programa sofre alterações a cada atualização e o material elaborado até então deixa de ser compatível com os novos recursos. Assim, seria enganoso omitir que não foram encontradas instruções de como proceder em algumas partes do processo produtivo de confecção dos modelos tridimensionais; tais lacunas de conhecimento foram esclarecidas pelos monitores através da tentativa e erro durante sua capacitação e as soluções encontradas foram repassadas aos alunos do grupo de teste durante o



projeto piloto.

O momento final de cada oficina, com o monitor prestando auxílio individual, se revelou extremamente proveitoso, pois apesar da explicação oferecida e da meta proposta serem as mesmas para todos os presentes, cada aluno apresentava dificuldades em partes bastante distintas. Entrando no mérito da efetividade do método educacional, o maior desafio veio dos alunos que deixavam de entender algo logo nos passos iniciais, mas só manifestavam suas dúvidas nos passos finais. Como se trata de um processo, o aprendizado do 3D Slicer é, portanto, cumulativo e os alunos que postergavam para sanar suas dúvidas não só dificultavam a compreensão daquele passo, mas também dos seguintes. Para essa pequena parcela de alunos, o momento individual com o monitor foi crucial para garantir bons resultados.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do projeto permitiu a todos os envolvidos, tanto monitores como inscritos, conhecer e aprimorar suas habilidades em um campo de atuação que não faz parte do currículo padrão dos cursos de graduação na área da saúde. Buscar e ir além do conhecimento que já está estabelecido condiz com os princípios mais elevados de uma Universidade.

As metodologias de ensino que permitem ao aluno construir o seu conhecimento e desenvolver habilidades a partir de suas vivências têm sido muito discutidas e assim encontram um lugar propício para a formação do discente. Proporcionar o acesso a este tipo de experiência permite com que se entre no âmbito do ensino aliado às novas tecnologias e à criatividade, estimulando uma Universidade aberta e preocupada com a comunidade.

As ferramentas disponibilizadas aos alunos, apesar de pouco presentes no Brasil, já são realidade em países com alto índice de desenvolvimento humano. A tendência é que logo se consolidem em território nacional.

Manter o futuro profissional à par dessas possibilidades significa primar por um bom sistema de saúde: com soluções individualizadas, maior certeza de diagnóstico e em busca da excelência.

## REFERÊNCIAS

GERING, David T. **A System for Surgical Planning and Guidance using Image Fusion and Interventional MR**. 1999. Tese (Master of Science in Computer Science and Engineering) - Department of Electrical Engineering and Computer Science, MIT, Boston, 2010. Disponível em: <<http://people.csail.mit.edu/gering/>>. Acesso em: 6 ago. 2018.

MARCHIORI, Edson. **Introdução à Radiologia**. Segunda edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

PUJOL, Sonia. **3D Visualization**. Surgical Planning Laboratory, Harvard Medical School, 2010.

Disponível em: <[https://na-mic.org/w/images/6/69/3DVisualization\\_SoniaPujol\\_Munich2008\\_2.ppt](https://na-mic.org/w/images/6/69/3DVisualization_SoniaPujol_Munich2008_2.ppt)>. Acesso em: 6 ago. 2018.

PUJOL, Sonia. **Slicer3 Minute Tutorial**. Surgical Planning Laboratory, Harvard Medical School, 2010. Disponível em: <[https://www.slicer.org/w/images/e/eb/Slicer3Minute\\_SoniaPujol\\_3.6.1.pdf](https://www.slicer.org/w/images/e/eb/Slicer3Minute_SoniaPujol_3.6.1.pdf)>. Acesso em: 6 ago. 2018.



## BACTÉRIAS VEICULADAS POR FORMIGAS CAPTURADAS EM AMBIENTES ALIMENTARES DE CRECHES DO MUNICÍPIO DE RONDONÓPOLIS-MT

### **Camila Elena Dilly Camargo**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Rondonópolis-MT

### **Raiane Teixeira Xavier**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Rondonópolis-MT

### **Meg Caroline do Couto**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Rondonópolis-MT

### **Daves Lopes Ocereu**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Rondonópolis-MT

### **Milene Moreno Ferro Hein**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Rondonópolis-MT

### **Helen Cristina Favero Lisboa**

Universidade Federal de Mato Grosso –  
Orientador  
Rondonópolis-MT

**RESUMO:** É comum observar formigas em áreas destinadas à alimentação. É motivo de grande preocupação, pois o controle de pragas como as formigas, torna-se um ponto chave no que se refere a intoxicações alimentares. Neste contexto, a pesquisa teve como objetivo avaliar a presença de formigas, em ambientes alimentares de creches do município de Rondonópolis-MT e as bactérias por elas

veiculadas. As formigas foram coletadas em dispensa e cozinha de três creches do município. Para a coleta dos insetos, foram utilizadas como armadilhas, placas de Petri estéreis, contendo mel, bala e sardinha como iscas. As formigas capturadas foram inseridas em tubos de ensaio contendo Caldo Mueller Hinton, e incubadas a 37 °C por 24 horas. Posteriormente, 0,1 mL do caldo foi semeado em ágar sangue e incubado à 37 °C por 48 horas, visando um pré isolamento dos micro-organismos. As colônias crescidas em ágar sangue foram isoladas em ágar Mueller Hinton e submetidas inicialmente a classificação morfo-tintorial (Gram). As cepas de cocos Gram-positivo e de bacilos Gram-negativos foram submetidas à provas de identificação. Entre as 16 formigas analisadas, foram isoladas 15 cepas de bactérias, sendo 07 Cocos Gram-positivo (47%); 03 Bacilo Gram-negativo (20%); 04 Bacilo Gram-positivo (26%) e 01 Cocos Gram-negativo (07%). Foram identificadas cepas de: *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, bacilo Gram-negativo não fermentador (BNFs) e *Bacillus* sp. Os resultados demonstram a diversidade de bactérias transportadas por formigas e estas encontradas em ambientes alimentares, podem ser consideradas um risco à saúde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bactérias, Formigas, Alimentos.

**ABSTRACT:** It is common to observe ants in areas destined to food and, consequently, transforming the safety of these, a cause of great concern, affecting the control of pests like the ants, a key point with regard to intoxications food. In this context, the research had the objective of assessing the presence of ants, in the food environment of kindergartens in the city of Rondonópolis-MT and the bacteria they carry. The ants were collected in dispensing and kitchen of three kindergartens of the city of Rondonópolis-MT. For the collection of the ants, sterile Petri dishes containing honey, candy and sardines were used as baits. The captured ants were inserted into tubes containing Mueller Hinton Broth for microbiological growth and incubated at 37 ° C for 24 hours. Subsequently, 0.1 mL of the broth was seeded in blood agar and incubated at 37 °C for 48 hours, aiming at a pre-isolation of the microorganisms. The colonies grown on blood agar were isolated on Mueller Hinton agar and initially submitted to morpho-tinctorial (Gram) classification. Gram positive and Gram negative bacilli strains were submitted to identification tests. 07 Gram-positive coccus (47%); 03 Gram-negative bacillus (20%); 04 Gram-positive bacillus (26%) and 01 Gram-negative coccus (07%). These strains were identified: *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, Gram-negative non-fermentative bacillus (BNFs) and *Bacillus sp.* The results prove the diversity of bacteria transported by ants, which are detected in feeding environments, can be judged a health risk and should, therefore, be controlled.

**KEYWORDS:** Bacteria, Ants, Food.

## 1 | INTRODUÇÃO

Insetos como as formigas, tem sido associados ao transporte de micro-organismos em diferentes ambientes, incluindo áreas de alimentação e saúde, tornando-se um risco à saúde por serem vetores de agentes patogênicos (FONTANA et al; 2010), sendo sua preferência por áreas relacionadas à alimentação (TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. 2012).

Além disso, observa-se junto ao crescimento dos serviços de alimentação, o aumento da ocorrência de doenças relacionadas ao consumo dos alimentos, tornando a segurança deste, a principal preocupação com relação a este segmento (MARINHO et al., 2015) sendo, o controle de pragas como as formigas, um ponto a ser considerado.

Mediante tal problemática, a pesquisa teve como objetivos isolar micro-organismos presentes nas formigas; identificar as cepas das bactérias; avaliar o padrão de resistência e susceptibilidade das bactérias a antimicrobianos e estudar as formigas como vetores de micro-organismos com potencial patogênico.

## 2 | REVISÃO DE LITERATURA

As formigas carregam micro-organismos patogênicos, podendo levar a proliferação de bactérias nos diversos ambientes, inclusive os alimentares. Estão sempre presentes em tais ambientes e sua dispersão ocorre de acordo com as

condições climáticas, alojando-se em ambientes quentes e úmidos. Sua presença, pode significar disseminação de microrganismos através da veiculação mecânica de agentes patogênicos, pois elas se submetem a relações parasitárias e mutualísticas, além de desenvolver interações com animais, vegetais, fungos e bactérias (SILVA; BARBOSA; FULCO, 2015).

Tais insetos constituem um perigo à saúde pública, pois têm o hábito de visitar locais peculiares em busca de alimento, tais como lixeiras, saída de esgoto, dejetos e ambiente domiciliar. Sendo assim, a veiculação de micro-organismos virulentos é facilitada (SILVA; BARBOSA; FULCO, 2015). Neste contexto, a presença de artrópodes como as formigas e/ou vestígios delas em alimentos é considerado um fator de risco para a saúde da população. A erradicação das doenças transmitidas pelas formigas é complexa, no entanto a melhoria das condições ambientais junto à melhores medidas de boas práticas podem auxiliar na prevenção da incidência de novos casos de doenças (SILVA; BARBOSA; FULCO, 2015).

O ambiente urbano está em constante e profunda modificação decorrente da atividade humana e é caracterizado por áreas densamente povoadas, o que favorece uma concentração de fontes de alimento e abrigo para populações de insetos e roedores.

Diversos estudos têm sido realizado com a finalidade de avaliar o real potencial dos insetos como transmissor de patógenos. Alguns trabalhos relacionam o aumento da incidência de patologias com a existência ou não de programas de controle de pragas e insetos vetores.

Dentre as bactérias veiculadas por formigas, encontra-se o *Staphylococcus aureus*, considerada a espécie mais patogênica da classe, sendo capaz de produzir várias toxinas, entre ela uma enterotoxina, responsável por uma intoxicação alimentar que causa náuseas e vômitos (TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. 2012).

A família *Enterobacteriaceae* representam 80% ou mais de todos os Gram-negativos de importância clínica isolados na rotina microbiológica. Muitas espécies são patogênicas para o homem causando vários tipos de doenças diarreicas, infecções em feridas e queimaduras, infecção no trato urinário e respiratório, septicemia e meningite, sendo responsáveis por cerca de 70% das infecções urinárias e 50% das septicemias (BRASIL, 2013). Algumas espécies são consideradas enteropatogênicas, por causarem preferencialmente infecções gastrointestinais, normalmente transmitidas por água ou alimentos contaminados (BRASIL, 2013).

Os bacilos Gram-negativos classificados como não fermentadores (BNFs) são micro-organismos aeróbios, não esporulados, que se caracterizam por serem incapazes de utilizar carboidratos como fonte de energia através de fermentação. A caracterização desse grupo de bactérias e de grande importância nos casos de infecção relacionada a assistência à saúde (BRASIL, 2013).

## 3 | METODOLOGIA

### 3.1 Coleta das formigas

As formigas foram coletadas em três creches do município de Rondonópolis, MT, em áreas voltadas à alimentação, sendo a dispensa e cozinha. Para a coleta dos insetos, foi utilizada como armadilha placas de Petri estéreis, contendo mel, bala e sardinha como iscas. As armadilhas permaneceram nos locais por aproximadamente duas (02) horas. Fechadas e levadas ao laboratório.

### 3.2 Análise microbiológica

As formigas foram coletadas da placa com o auxílio de pinças estéreis, e colocadas em tubos contendo 1 mL de caldo Mueller Hinton, incubadas a 37° C por 24 horas. A partir do crescimento dos micro-organismos no tubo, verificado pela turvação do meio, procedeu-se o pré-isolamento dos diferentes das cepas semeando 0,1 mL da cultura em ágar sangue e incubados por 24-48 horas a 37° C. Em seguida as colônias crescidas em ágar sangue foram semeadas em ágar Mueller Hinton, visando o isolamento das cepas (BRASIL, 2013).

As colônias foram analisadas inicialmente pela coloração de gram, visando diferenciação das formas, arranjos e classificação em gram-positivas e gram-negativas, consistindo em uma pré-identificação morfo-tintorial (BRASIL, 2013).

Foram realizados diferentes testes de identificação para bactérias, Gram positivos e negativos, fermentadores e não fermentadores, organismos importantes do ponto de vista de segurança alimentar.

### 3.3 Testes realizados para identificação microbiológica

#### Identificação das cepas de cocos gram-positivas:

Teste da Catalase: A presença da catalase permite separar os estreptococos catalase negativa de outros cocos Gram-positivos produtores de catalase, por exemplo, estafilococos.

Na suspeita de *Staphylococcus* foram realizados ensaios visando a identificação das espécies:

- Teste da Coagulase: tem como objetivo verificar se o micro-organismo possui a coagulase (ou fator aglutinante) ligada na superfície da parede celular, que reagindo com o fibrinogênio do plasma, causa a coagulação do mesmo. As cepas consideradas coagulase positiva indicam a presença de *S. aureus* (KONEMAN, 2008).

- Teste de DNase: Verifica se o micro-organismo possui a enzima desoxiribonuclease, a qual degrada o ácido nucléico (DNA). Formação de halo transparente identifica *Staphylococcus aureus*; Ausência de formação de halo identifica *Staphylococcus* coagulase negativa (KONEMAN, 2008).

- Teste do Manitol: Verifica se o micro-organismo tem a capacidade de fermentar

o manitol contendo 7,5% de cloreto de sódio. Formação de halo amarelo ao redor das colônias, identifica *Staphylococcus aureus*; Meio permanece inalterado ao redor das colônias, identifica *Staphylococcus* coagulase negativa (KONEMAN, 2008).

- Teste de Novabiocina: Verifica se o micro-organismo é resistente à novabiocina. Formação de halo  $\leq 16$  mm, identifica *Staphylococcus saprophyticus* (KONEMAN, 2008).

#### Teste para identificação presuntiva de bacilos gram negativo.

As cepas de bacilos gram negativo foram submetidas a triagem em Ágar TSI (constitui o meio de identificação preliminar).

- Teste de TSI: O meio de TSI fornece uma série de reações bioquímicas que dão uma visão geral do metabolismo bacteriano. O TSI ou tríplice açúcar e ferro é um meio sólido inclinado semeado com agulha por punctura na base e estrias na superfície. Após o crescimento da bactéria pode-se observar os seguintes resultados: 1) A bactéria não fermenta qualquer dos açúcares, ficando inalterado o meio; 2) Fermenta somente a glicose de tal sorte que os ácidos formados mudam o pH do meio apenas na base, que se torna amarela e a inclinação vermelha; 3) Fermenta a lactose ou a sacarose com mudança do indicador de todo o meio para amarelo, tanto a base como a inclinação permanecem ácidas; 4) Há também a possibilidade da bactéria produzir  $H_2S$  por respirar anaerobiamente. (KONEMAN, 2008).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram coletadas, 16 formigas em três (03) instituições diferentes (creches). Destas, foram isoladas 15 cepas de bactérias, sendo 07 de Cocos Gram-positivo (47%); 03 de Bacilo Gram-negativo (20%); 04 de Bacilo Gram-positivo (26%); 01 de Cocos Gram-negativo (07%).

Dentre as cepas de cocos Gram positivos, foram identificadas: *Staphylococcus saprophyticus*, *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus aureus*. Dentre as cepas de Bacilo, foram identificadas: Bacilos Gram negativos não fermentador (BNFs) e *Bacillus sp.*

Os *Staphylococcus* são bactérias resistentes ao meio ambiente e que tem grande importância do ponto de vista clínico, por conta dos agravos que gera à saúde humana. É responsável por um grande número de toxinfecções e sua presença em formigas capturadas em unidades de alimentação é um fato de extrema importância, pois sua dispersão está relacionada com a forma de atuação dos manipuladores de alimentos (MATTOS, 2005).

Na indústria alimentícia foi descoberta uma fonte muito importante de patógenos nos alimentos, onde as formigas estavam contaminadas por diversos tipos de patógenos, que eram transferidos para o alimento em alta porcentagem (TEIXEIRA, 2007). Outros estudos demonstram que as formigas se caracterizam por serem vetores de diferentes tipos de bacilos, muitos dos quais relacionados a quadros patológicos e

a infecção hospitalar.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) publicou “Regras de Ouro” relacionadas à redução das toxinfecções de origem alimentar (SCHULLER, 2004). Nestas, inclui-se a proteção dos alimentos, evitando contato com insetos e outros animais que frequentemente carregam micro-organismos patogênicos responsáveis por toxinfecções (SILVA, 1999), sendo as formigas consideradas potenciais veículos desses patógenos.

As toxinfecções alimentares de origem microbiana ocorrem devido à presença de micro-organismos em quantidades que se tornam prejudiciais à saúde do homem. Esses patógenos podem estar em todas as partes do nosso corpo e em diversos ambientes, entretanto variam conforme o seu grau de patogenicidade, o que caracteriza ou não de um micro-organismo ser causador de doença no homem (TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. 2012).

A pesquisa procurou determinar o potencial das formigas como vetores de micro-organismos patogênicos em ambientes alimentares de creches no município de Rondonópolis-MT. Estas podem ser encontradas em diversos ambientes e setores de creches, sendo assim, podem encontrar meios favoráveis para sua moradia, tendo alimentos favoráveis para sua permanência nesses locais (VIEIRA, ALVES, SILVA. et.al. 2013). Podem viver e se proliferar em ambientes limpos, entretanto lixo e a presença de resíduos alimentares facilitam o aumento da população de formigas (VIEIRA, ALVES, SILVA. et.al. 2013).

## 5 | CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, verifica-se o potencial risco ocasionado pela presença de formigas em creches, considerando a disseminação de bactérias de importância clínica nesses ambientes e a vulnerabilidade infantil.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada a Assistência à Saúde**. Módulo 6: Detecção e identificação de bactérias de importância médica. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2013.

FONTANA, R.; WETLER, R.M.C.; AQUINO, R.S.S.; ANDRIOLI, J.L.; QUEIROZ, G.R.G.; FERREIRA, S.L.; NASCIMENTO, I.C.; DELABIE, J.H.C. **Disseminação de Bactérias Patogênicas por Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Dois Hospitais do Nordeste do Brasil**. Rev. Neotrop. Entomol. v. 39, n.4, p.655-63. 2010.

KONEMAN, E.W; ALLEN, S.D; JANDA, W.M; SCHRECKENBERGER, P.C.; WINN, W.C. **Diagnóstico microbiológico: texto em atlas colorido**. In: Cury AE. 5 ed. Rio de Janeiro, RJ: Medsi, 2001.

MARINHO, G. A.; OLIVEIRA, G. S.; LIMA, J. L.; LOPESA, W. M. A.; NUNESB, G. A.; NUNESC, M. G. A. **Perfil Epidemiológico das Doenças Transmitidas por Alimentos e Seus Fatores Causais na Região da Zona da Mata Sul de Pernambuco**. UNOPAR Cient Ciênc. Biol Saúde, v. 17, n.4, p. 238-



43, 2015.

MATTOS, E.C. **Caracterização genotípica de cepas de *Staphylococcus aureus* recuperadas de alimentos, mãos de manipuladores de alimentos e veiculadas por formigas.** Dissertação (Pós-Graduação em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, p.74. 2005.

SCHULLER, L. **Microorganismos patogênicos veiculados por formigas andarilhas em unidades de alimentação.** Rev. de Saúde Pública: São Paulo. p. 82. 2004.

SILVA, E. J. E.; LOECK, A. E. **Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, R.S.** Rev. Brasileira de Agrociência, v.5, n.3, p.220- 224,1999.

SILVA, T.R; FULCO, T.O; BARBOSA, I.V. **Investigação de artrópodes em alimentos na transmissão de doenças.** Rev. Episteme Transversal, v.9, n.2, p.74-94, 2016.

TEIXEIRA, M.M. **Formigas como carreadoras de micro-organismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – Uberaba/MG.** Tese (Pós-Graduação em Patologia) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Uberaba – MG, p.74. 2007.

TORTORA, G.J; FUNKE, B.R; CASE, C.L. **Microbiologia.** 10.ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TORTORA, G.J; DERRICKSON, B. **Corpo humano: Fundamentos de anatomia e fisiologia.** 10 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2016.

VIEIRA, G.D; ALVES, T.C; SILVA, O.B; TERASSINI, F.A; PANIÁGUA, N.C; TELES, C.B.G. **Bactérias gram positivas veiculadas por formigas em ambiente hospitalar de Porto Velhos, Estado de Rondônia, Brasil.** Rev. Pan-Amaz Saúde. v.4, n.3, p.33-36, 2013.

## MODELO DE SIMULAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ESTRUTURA DA PAISAGEM NO ENTORNO DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE FECHOS – MG

### **Luciana Eler França**

Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação de Análise e Modelagem em Sistemas Ambientais, do Instituto de Geociências  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Lourdes Manresa Camargos**

Universidade Federal de Minas Gerais, Pós-Graduação em Geografia, do Instituto de Geociências  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Luiza Cintra Fernandes**

Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação de Análise e Modelagem em Sistemas Ambientais, do Instituto de Geociências  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Fernando Figueiredo Goulart**

Universidade de Brasília, Pós-Doutorado no Centro de Desenvolvimento Sustentável na Universidade de Brasília.  
Brasília – Distrito Federal

**RESUMO:** Os modelos preditivos permitem realizar simulações matemáticas de processos cujo o resultado possibilita a previsão e observação de mudanças futuras. As informações adquiridas pelos modelos preditivos podem apoiar a formulação de políticas de planejamento urbano e manutenção dos recursos naturais, sendo imprescindível para a análise de qualidade ambiental de

uma área. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo fazer uma análise espaço-temporal do entorno da Estação Ecológica de Fechos, através do modelo dinâmico de simulação ambiental de mudança de uso e cobertura do solo (Land Use and Land Cover Change – LUCC) que possibilitou a análise das tendências de alteração para o ano de 2030. Tal modelo permitiu identificar as possíveis pressões antrópicas na área, o que possibilita um melhor direcionamento das ações de conservação e preservação dos recursos florestais pro futuro. A evolução temporal da paisagem da área de estudo foi analisada também com o auxílio das métricas de ecologia paisagem. Como resultados, verificou-se uma tendência de aumento da área urbana e de mineração, assim como uma diminuição de formação vegetacional para 2030. Conclui-se que caso as mudanças de uso do solo permaneçam seguindo a dinâmicas das últimas décadas, a matriz do entorno da reserva irá sofrer a expansão de tipos de uso intensivos, podendo afetar negativamente a biodiversidade da reserva

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação Ecológica de Fechos; Modelos preditivos; Ecologia da paisagem; Matriz de Paisagem, Métricas da Paisagem.

## SPATIO-TEMPORAL SIMULATION MODEL OF LANDSCAPE STRUCTURE IN THE ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE FECHOS – MG SURROUNDINGS

**ABSTRACT:** Predictive models are mathematical simulations in which the results allow forecasting and observation of future changings. The acquired data can support the shaping of politics in urban planning and the maintenance of natural resources, being crucial for the environmental quality analysis of an area. Therefore, the aim of this essay was to do a space-time analysis of the Estação Ecológica de Fechos surroundings, through the Land Use and Land Cover Change (LUCC) dynamic model, which allowed the analysis of the changing tendencies for 2030. This model enabled to identify possible anthropic pressure at the area, allowing a better planning for the future conservation actions and preservation of the forest resources. The landscape temporal evolution of the studied area was also analyzed with the aid of the landscape ecology metrics. As a result, was noticeable the growing of urban and mining areas, as well as the diminishing of the vegetational forming for 2030. It's safe to say, that if the soil usage changes keep following the last decades dynamics, the matrix surrounding the reserve will suffer the expansion of really intensive types of usage, negatively affecting the biodiversity of the reserve.

**KEYWORDS:** Estação Ecológica de Fechos; Predictive models; Landscape ecology; Landscape Matrix; Landscape metrics.

### 1 | INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais, atualmente, possui o equivalente a pouco mais de 5.7 milhões de ha de áreas destinadas à conservação contidas em 562 unidades de conservação, representando apenas a 9,71% da área total do Estado (IEF, 2017). No Brasil, a Lei federal que compreende a criação das unidades de conservação (UC) é a Lei Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Essa lei determina que uma UC deve ter como objetivo a conservação e manutenção da biodiversidade dentro do seu limite definido. Portanto é perceptível a problemática da insularização biodiversidade relacionada nessas áreas de unidades de conservação, uma vez que a legislação atua somente no interior dessas áreas e possuindo poder limitado de interferência no entorno (COSTA, *et. al*, 2013).

Em suma, o tipo de uso do solo e dinâmica da ocupação do entorno dessas áreas, pode gerar afetar as dinâmicas populacionais em escala da paisagem, afetando a manutenção em longo prazo da biodiversidade que reside em tais unidades territoriais (FORMAN; GORDON, 1986). Para a compreensão dessa dinâmica todo estudo paisagístico deve compreender as relações do meio ambiente e suas alterações. Para isso, é necessária uma visão integrada dos fatores físicos e biológicos de sistemas naturais e suas interações com os fatores socioeconômicos e políticos (SOARES-FILHO, 1998). A compreensão da dinâmica do entorno de um unidade de conservação pode ser analisado de acordo com a matriz em que ela se encontra inserida. Uma

matriz delimitada como sendo o maior componente de uma paisagem ou o conjunto de um mosaico de manchas de unidades de “não habitat” que circunvizinha as manchas de habitat (GOULART, 2012).

O estudo da ecologia da paisagem é uma ciência que estuda a dinâmica de uma região geográfica, definida como paisagem. Essa definição é qualificada por ser uma área espacialmente heterogênea, englobando a descrição das características estáticas e dinâmicas de uma determinada região em relação aos aspectos naturais e culturais (TURNER; GARDNER, 1990). A ecologia da paisagem analisa a estrutura, função e mudança destas regiões heterogêneas que compõe a matriz, buscando identificar padrões das alterações e estudar a dinâmica de uma região geográfica através de métricas da paisagem (MARTINS *et al.*, 2004).

Adicionalmente, as métricas de ecologia da paisagem aplica-se modelos de simulação de mudanças de uso da terra e cobertura vegetal, com objetivo de analisar as alterações e dinâmica do sistema, sendo uma ferramenta de planejamento e tomada de decisão (SUAREZ; SOARES-FILHO, 2013). Modelos são instrumentos metodológicos que abstrai fenômenos espaciais em sistemas ambientais (CHRISTOFOLETTI, 1999). Dentre os modelos preditivos, muitos são utilizados para análises complexas de questões ambientais com objetivo de realizar simulações matemáticas de processos cujo resultado possibilita a observação da mudança de variáveis e suas forças, identificadas no mundo real e tem atraído muitos pesquisadores (SUAREZ; SOARES-FILHO, 2013). Esses modelos também podem ser denominados como modelos de simulação ambiental de mudança de uso e cobertura do solo e possuem como finalidade a detecção, previsão e simulação de mudanças passadas e futuras (SOARES-FILHO *et al.*, 2008).

As informações adquiridas por esses dois tipos de análise, Ecologia da paisagem e modelos preditivos de mudanças no uso do solo podem apoiar a formulação de políticas de planejamento urbano e manutenção de recursos naturais.

Diante do exposto, objetiva-se com este trabalho fazer uma análise espaço-temporal do entorno da Estação Ecológica de Fechos, para o período de 38 anos, a partir do anos de 1992, 2017 e 2030. Este último ano foi obtido através de uma simulação e assim possibilitou analisar as alterações das métricas da ecologia da paisagem, permitindo um melhor direcionamento das ações de conservação e preservação dos recursos florestais.

A Estação Ecológica de Fechos é uma unidade de conservação de extrema importância para o abastecimento da região Centro-sul de Belo Horizonte e alguns bairros de Nova Lima que protege um dos muitos mananciais da Área de Preservação Ambiental SUL da Região Metropolitana de Belo Horizonte. No ano de 2008 sua vazão teve uma redução de 15%, cerca de 37,5 litros de água por segundo, pois houve o rebaixamento do lençol freático para a exploração minerária instalada na região (LEIA, 2019a). Além desse conflito existe diversos outros conflitos no entorno dessa unidade, como a expansão da mineração e imobiliária e lixo e esgoto não tratados.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A Estação Ecológica de Fechos é uma unidade de conservação que protege um manancial que abastece 30 bairros em Belo Horizonte e oito em Nova Lima. Dentro do limite dessa unidade existem 14 nascentes e sua área é rica em biodiversidade, possui remanescente de Mata Atlântica e áreas de campos rupestres, com espécies endêmicas e ameaçadas de flora, como *Arthrocerus glaziovii*, *Sinningia rupicola* e *Aulonemia effusade*, bem como espécies da avifauna chinbata, mutum-do-sudeste, capoeira, macuco, pavó, jacu-açu e espécie de herpetofauna *Phasmayla jandai* (BIODIVERSITAS, 2019).

Essa unidade de conservação foi instituída pelo Decreto nº 36.073/1994 e teve como objetivo a proteção do manancial de água na bacia do ribeirão dos Fechos e dos ambientes naturais. Está inserido na região do Quadrilátero Ferrífero, dentro da Área de Preservação Ambiental (APA) Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Figura 1). A área-alvo deste estudo compreende uma área de raio de 10 km, a partir da EE de Fechos e abrange uma área total de 41.361 ha.

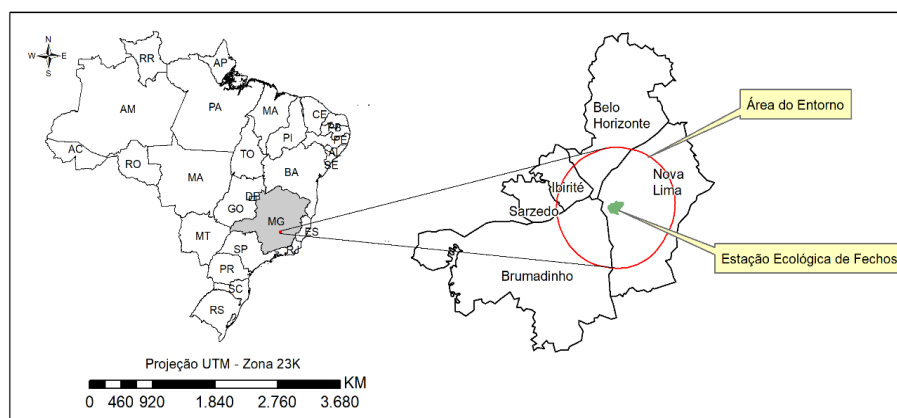


Figura 1 - Localização da área de estudo

Fonte: Autores, 2019

Com o uso de geotecnologia foram adquiridas imagens de satélite obtidas no Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais – INPE. Foram utilizadas duas imagens do satélite Landsat. Para o ano de 1992 foi utilizado o Landsat 7, em que foram utilizadas as bandas 3 (vermelho), 4 (infravermelho próximo) e 5 (infravermelho médio) e para o ano de 2017 foi utilizado o Landsat 8, com as bandas 4 (vermelho), 5 (infravermelho próximo) e 6 (infravermelho médio). As etapas de pré-processamento das imagens como remoção de ruídos e aplicação de contraste de composição RGB453 (Landsat 7) e RGB564 (Landsat 8). A etapa de processamento das imagens foram realizadas no *software* Spring 5.5.2. O processamento dessas imagens foram realizadas com as ferramentas de segmentação e classificação supervisionada das imagens, utilizando-se o classificador Bhattacharya. Este possibilitou a classificação em cinco classes de uso e ocupação do solo: área urbana, área de mineração, formação campestre,

formação florestal e corpos de água.

A análise espaço-temporal temporal e espacial de fragmentação foram realizadas para os anos de 1992 e para a simulação do ano de 2030. Foram mensuradas as seguintes métricas da paisagem: área, densidade, forma, área nuclear e proximidade, utilizando-se o *software* Arcgis 10.1, com as extensões Patch e V-Late Beta 2.0 (França *et al*, 2019).

A simulação para o ano 2030 foi realizada através do modelo dinâmico de simulação ambiental de mudança de uso e cobertura do solo (Land Use and Land Cover Change – LUCC) que possibilitou a análise das tendências de alteração para futuro foi adquirida através do software Dinâmica Eco 4.0. A partir dessa simulação foram aplicadas as métricas da ecologia de paisagem.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura vegetal e o uso da terra mapeadas para os anos de 1992 (A), 2017 (B) e 2030 (C) sofreram muitas alterações. A classe predominante em relação a cobertura vegetal foi a Formação Campestre. A classe de uso da terra predominante para os anos 1992 foi a Área de Urbanização e seguida da Área de Mineração. A análise espaço-temporal, para o período de 38 anos, possibilitou detectar que a cobertura vegetal sofrerá pressão antrópica. A Formação Florestal terá um decréscimo de 74%, com a perda média de 335 ha por ano e a Formação Campestre 49%, com a perda de 86 ha. Em contra partida a área de urbanização terá um crescimento de 157%, com uma média anual de 43 ha. Já a área de mineração terá um crescimento de 1.915,51%, com uma média anual de 378 ha (Figura 2 e Tabela 1).

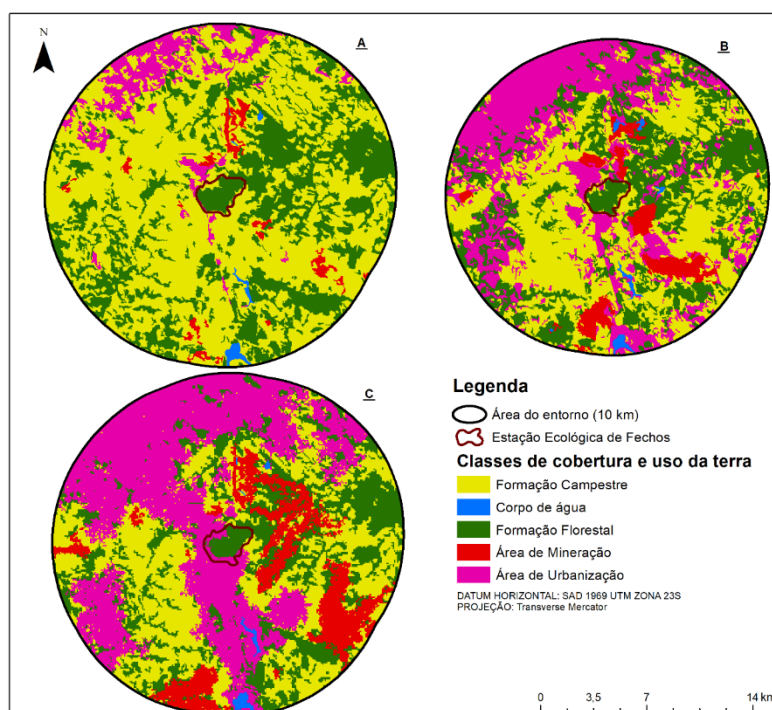




Figura 2 – Cobertura Vegetacional e Uso do Solo de 1992 (A), 2017 (B) e 2030 (C).

Fonte: Autores, 2019

Ano	1992		2017		2030	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Tipologia						
Área Urbana	2833,34	6,85	11711,98	28,32	4450,26	10,76
Área de Mineração	790,71	1,91	2051,89	4,96	15146,09	36,62
Formação Campestre	24913,94	60,23	16128,79	38,99	12193,42	29,48
Formação Florestal	12625,69	30,52	1207,94	27,1	9372,28	22,66
Corpos de água	198,15	0,48	261,2	0,63	199,38	0,48
Total	41361	100	41361	100	41361	100,00

Tabela 1 – Cobertura Vegetacional e Uso da terra em 1992, 2017 e 2030

Fonte: Autores, 2019

O modelo dinâmico de simulação ambiental de mudança de uso e cobertura do solo (Land Use and Land Cover Change – LUCC) possibilitou a análise das tendências de alteração para o ano de 2030. Esse modelo possibilitou a análise da dinâmica de transformação da região, considerando a evolução urbana e minerária.

Vale ressaltar que no ano de 1992 o entorno da Estação Ecológica de Fecho era caracterizada por possuir grande parte da sua extensão de cobertura vegetal, com a representatividade de 90,75%. O período entre os dois anos, 1992 e 2030, teve um crescimento muito grande da expansão imobiliária e minerário, principalmente com os investimentos viários previstos para região, o que contribuiu com a intensidade da economia nesse sentido (ARAÚJO, 2016; FRANÇA, et al, 2019).

Algumas pesquisas descrevem o vetor de crescimento sul da região do município de Belo Horizonte e os loteamentos fechados no município de Nova Lima e Brumadinho como polarizadores das transformações. Principalmente no que tange um patrimônio ambiental e paisagístico atraente para essa economia (RAMOS, 2009; ARAÚJO, 2016). A região em que se encontra a unidade de conservação está inserida no quadrilátero ferrífero que possui o fator econômico ligado a tradição minerária o que se explica a quantidade de minas nas proximidades de com unidade, Capão Xavier, Mar Azul, Mina Abóboras e Tamanduá (Figura 1) (CPRM, 2005; LEIA, 2019b).

Inquestionavelmente, diante do exposto a dinâmica do entorno da unidade, na análise espaço-temporal, o que antes era caracterizado com o predomínio de cobertura vegetal, teve uma redução de 38% e as áreas de mineração e urbanas tiveram um aumento considerável. Passaram de 9%, em 1992 para 47%, em 2030. É importante ressaltar que apesar desse crescimento de áreas antrópicas, a cobertura vegetal ainda é predominante, com 52% (Figura 2 e Tabela 1).

No que se refere as análises das métricas de paisagens, a formação Campestre e

Florestal tiveram um acréscimo de 450 e 411, respectivamente (Tabela 2). Em relação ao tamanho médio dos fragmentos para formação campestre e florestal tiveram um decréscimo de 151,33 ha e 37,63 ha, respectivamente (Tabela 3). Já as áreas Urbanas e de Mineração tiveram um aumento de fragmentos, de 109 e 65, respectivamente (Tabela 2) e também em relação ao tamanhos médio de 17 ha e 18 ha respectivamente (Tabela 3). A área urbana em relação ao números de fragmentos do ano de 2017 para o ano de 2030 teve uma diminuição de 90 fragmentos, o que significa que vários fragmentos se unificaram, tornando-se um único fragmento (Tabela 2). Essa fato pode ser comprovado quando analisado o tamanho médio dos fragmentos, pois essa tipologia teve um crescimento de 57,37 ha em área (Tabela 3).

Esses resultados possibilitaram concluir que no decorrer desse período analisado, essas coberturas vegetacionais sofreram supressão e um aumento no processo de fragmentação. As classes de pressão antrópica tiveram um aumento considerável de números de fragmentos em suas áreas médias de fragmentos, o que significa que as áreas urbanas e de mineração pressionaram para que as formações vegetacionais perdessem áreas e se tornassem ambientes fragmentados.

Ano analisado	1992	2017	2030
<b>Classes de cobertura e uso da terra</b>	Número de fragmentos		
Área Urbana	31	230	140
Área de Mineração	25	25	90
Formação Campestre	145	209	595
Formação Florestal	243	208	654
Corpos de água	5	8	10

Tabela 2 – Métricas da Ecologia da Paisagem de Densidade e Tamanho (Número de Fragmentos) para os anos de 1992, 2017 e 2030

Fonte: Autores, 2019

Ano analisado	1992	2017	2030
<b>Classes de cobertura e uso da terra</b>	Tamanho médio dos fragmentos		
Área Urbana	91,4	50,82	108,19
Área de Mineração	31,63	82,08	49,45
Formação Campestre	171,82	77,17	20,49
Formação Florestal	51,96	53,88	14,33
Corpos de água	39,63	32,65	18,13

Tabela 3 – Métricas da Ecologia da Paisagem de Densidade e Tamanho (Tamanho médio dos Fragmentos) para os anos de 1992, 2017 e 2030

Fonte: Autores, 2019

Em relação ao Índice de Forma médio, apesar da supressão vegetal e um

aumento na fragmentação, essa métrica descreve que essa perda de certa maneira contribuiu para a manutenção desses fragmentos, tanto para formação campestre como para florestal, pois elas se aproximaram de 1 (Tabela 4). Este índice é no formato vetorial e possui a forma padrão adotada por um círculo (PIROVANI, 2010). Quanto mais próximo de 1, mais circulares demonstram ser os fragmentos (FORMAN, 1995). Este índice é calculado de modo a representar a proporção perímetro/área dos fragmentos. Um fragmento com forma circular ou quadrangular, apresenta uma área interna maior e uma maior razão interior/borda, interagindo em menor intensidade com a matriz circundante e estando menos sujeito às ações do efeito de borda. Essa análise foi realizada somente para a formação florestal e campestre, pois o seu fundamento descreve a pressão ocasionada pelo efeito borda. Os resultados obtidos por essa métrica indicam que o resultado da fragmentação está ocorrendo de forma menos vulnerável ao efeito borda.

Ano analisado	1992	2017	2030
<b>Classes de cobertura e uso da terra</b>	<b>Índice de Forma Médio</b>		
Formação Campestre	1,84	1,96	1,334
Formação Florestal	1,86	2,02	1,419

Tabela 4 – Métricas da Ecologia da Paisagem Índice de Forma Médio para os anos de 1992, 2017 e 2030

Fonte: Autores, 2019

A análise espaço-temporal possibilitou detectar que houve um aumento na formação de habitats ilhados. Ou seja, são fragmentos susceptíveis ao efeito borda, resultando na diminuição significativa de habitats efetivamente utilizáveis pela fauna. Essa análise foi detectada a partir da quantidade de fragmentos gerados pela aplicação de um buffer negativo de 100m, resultando a áreas dentro dos fragmentos (SILVA; SOUZA, 2014). Quando a quantidade desses fragmentos encontrados forem maiores que a quantidade de fragmentos totais gerados, ocorre o evento denominado áreas-núcleos disjuntivas, que possibilita essa análise (Tabela 2 e Tabela 5) (FORMAN, 1995). Ou seja, os número de fragmentos foram subdivididos em outras diversos fragmentos. Entretanto, se analisarmos em conjunto com índice de forma médio, pode-se dizer que existe de uma tendência um pouco positiva com relação a perda de habitat encontrada em 2030.

Em relação a área central total e ao índice de área central houve um decréscimo tanto para formação campestre como para florestal. A Formação campestre perdeu o equivalente a 38% de área de núcleo de fragmentos totais e 11,56% de índice de área central. A formação campestre perdeu 57% de área de núcleo e 8,43% de índice (Tabela 5). Esses resultados confirmam a pressão antrópica atuando sobre a formação vegetacional, confirmando a supressão vegetacional e a fragmentação

desses ambiente no período analisado.

<b>Ano analisado</b>	<b>1992</b>		<b>2017</b>		<b>2030</b>	
<b>Classes de cobertura e usada terra</b>	<b>Formação Campestre</b>	<b>Formação Florestal</b>	<b>Formação Campestre</b>	<b>Formação Florestal</b>	<b>Formação Campestre</b>	<b>Formação Florestal</b>
Número de áreas centrais	379	485	422	419	710	780
Área central total (ha)	12808,8	4648,02	7150,42	3558,36	4859,05	2660,27
Índice de área central (%)	51,41	36,81	44,29	31,75	39,85	28,38

Tabela 5 – Métricas da Ecologia da Paisagem de Área Nuclear para os anos de 1992, 2017 e 2030

Fonte: Autores, 2019

Foi observado um aumento na média de distância do vizinho mais próximo para a formação florestal de 142,16 m e uma diminuição para a formação campestre de 47 m (Tabela 6). Esses resultados possibilitaram perceber que a fauna dependente de deslocamento somente na formação florestal vai ter uma maior perturbação na sua locomoção que a fauna campestre.

<b>Ano analisado</b>	<b>1992</b>	<b>2017</b>	<b>2030</b>
<b>Classes de cobertura e usada terra</b>	Distância média do vizinho mais próximo (m)		
Formação Campestre	67,35	109,53	33,86
Formação Florestal	123,74	151,73	265,9

Tabela 6 – Métricas da Ecologia da Paisagem de Proximidade para os anos de 1992, 2017 e 2030

Fonte: Autores, 2019

O LUCG possibilitou verificar a evolução da análise espaço-temporal dos 38 anos em relação à cobertura vegetal, formação campestre e florestal em detrimento do uso da terra pelas áreas de mineração e urbana que foram transcritas em uma matriz de transição. Esta tem como objetivo entender a transformação das classes e obter a tendência da dinâmica da região da área de estudo.

A tendência para a modificação da formação campestre é mais significativa do que a formação florestal. A formação campestre tem uma vocação maior em se transformar em área de mineração, apresentando uma taxa líquida por ano de 3,18%, seguida da área de mineração, com a taxa de 1,55% (Tabela 7). Esse fato pode ser explicado pelo fato dessa formação pertencer a formações geológicas rica em minério de ferro (LEIA, 2019b).

<b>Classe original</b>	<b>Classe transformada</b>	<b>Taxa líquida por ano (%)</b>
<b>Formação Campestre</b>	Área Urbana	1,55
	Área de Mineração	3,18
	Corpo de água	0,014
<b>Formação Florestal</b>	Área Urbana	0,42
	Área de Mineração	0,037
	Corpo de água	0,01

Tabela 7 – Matriz de Transição para o período analisado (38 anos)

Fonte: Autores, 2019

Vale a pena ressaltar que essas transições descritas geram um conflito intenso na região, principalmente, relacionado com essa transição de formação campestre para área de mineração. As formações geológicas visadas pela mineração são áreas de recarga aquífera. Ou seja, são áreas de extrema importância para o abastecimento público, pois são fontes de produção de água de classe especial.

Em virtude desse conflito, este estudo torna-se fundamental, pois no ano de 2011, a empresa Vale apresentou uma proposta de ampliação e expansão de suas atividades no complexo de Vargem Grande, que engloba todas as minas do entorno da unidade de conservação, aos órgãos ambientais licenciadores. Em contrapartida existe um projeto de lei em tramitação na Assembleia Legislativa de Minas Gerais, PL nº 444/2015, para ampliação da Estação Ecológica de Fechos, que tem como objetivo a manutenção da integridade e função ecológica dessa unidade. Esse projeto indica uma única área adjacente a UC que ainda não possui uma definição de ocupação, para uma área de 222 ha, que poderia compor a manutenção da conectividade dessa unidade com outras unidades da região. Além de contribuir para preservação das cabeceiras e nascentes do córrego do do Tamanduá (LEIA, 2019c).

Finalmente, esse trabalho tem como fundamento orientar as tomadas de decisões, no que tange a definição do que é importante, a manutenção da biodiversidade e as áreas de recargas aquífera ou a exploração de áreas de mineração e urbanas.

#### **4 | CONCLUSÃO**

O presente estudo revelou uma tendência preocupante no que concerne a pressão antrópica por parte da expansão urbana e minerária na cobertura vegetal do entorno da Estação Ecológica de Fechos. As áreas urbanas e de mineração contribuíram significativamente para o aumento das taxas de supressão vegetal e fragmentação. O cenário para 2030 alerta para tomada de decisões referentes a formulação de medidas rígidas necessárias para preservação e manutenção dessa unidade de conservação. A dinâmica de uso de solo no entorno da Estação de Fechos,

bem como de outras reservas mostram que os esforços de conservação não devem se restringir ao interior de reservas, sendo necessário estratégias de conservação da matriz do entorno. Sem tal manejo, a capacidade das reservas de proteger biodiversidade se torna insuficiente dado o alto grau de insularização das mesmas. Nesse sentido, tipos de uso do solo mais amigáveis à biodiversidade, como sistemas agroflorestais são preferíveis à tipos de uso do solo intensivos, como mineração e urbanização.

Finalmente, conclui-se, que nesse contexto, as ferramentas de métricas de paisagem e modelagem de simulação de uso do solo e cobertura vegetal são indispensáveis para o auxílio de definições de políticas públicas e tomadas de decisões voltadas para o ordenamento espacial.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. E. S. **A Centralidade Metropolitana Vitor Sul: da vocação do Jardim Canadá ao intento do CSul**. Dissertação do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Minas Gerais. 132p. 2016.

BRASIL, 2000. Lei Federal n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.

BRASIL, 1994. Decreto nº 36.073, de 27 de setembro de 1994. Cria a Estação Ecológica de Fechos. Diário do Executivo – Minas Gerais.

BIODIVERSITAS. **Sítio VIII – Estação Ecológica de Fechos (EEF)**. 2019. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org.br/planosdemanejo/pesrm/uc34k1k.htm> Acessado em: 23/03/2019

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, p. 1-56, 1999

COSTA, D. R. T. R. *et al.* **Zonas de Amortecimento em Unidades de Conservação: levantamento legal e comparativo das normas nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo**. Desenvolvimento e Meio ambiente. v. 27, p. 57-70, jan./jun. 2013. Editora UFPR.

CPRM. **Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Projeto APA Sul RMBH: uso e cobertura da terra**. Graziela da S. Rocha Oliveira, Patrícia D. Jacques, Edgar Shinzato - Belo Horizonte: SEMAD/CPRM, 2005.

IEF. Instituto Estadual de Florestas, 2017. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br>> Acesso em: 13/11/2017

FRANÇA, L. E. *et al.* **Mudança de uso do solo, cobertura vegetal e estrutura da paisagem no entorno da Estação Ecológica de Fechos – MG**. Meio Ambiente em foco – Volume 4/ Organização: Fabiane dos Santos Toledo Belo Horizonte. Poisson, 2019 –181p. ISBN:978-85-7042-053-4. DOI: 10.5935/978-85-7042-053-4

FORMAN, R. T. T. **Land mosaics: The Ecology of Landscapes and Region**. New York: Cambridge Press, 1995. 632p.

FORMAM, R.T.T.; GORDON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley, 1986.



GOULART, F. F. **Uso de modelos para avaliar a influência da matriz de paisagens fragmentadas sobre aves do Cerrado e da Mata Atlântica.** Tese do Programa de Pós-Graduação em Ecologia do Departamento de Ecologia da Universidade de Brasília. 307p. Brasília, 2012.

LEIA, 2019a. 27 set. **Fechos: principal manancial de água que abastece 30 bairros de Belo Horizonte está secando.** Disponível em: <http://blog.leia.org.br/fechos-principal-manancial-de-agua-que-abastece-30-bairros-de-belo-horizonte-esta-secando/> Acessado em: 25/03/2019

LEIA, 2019b. 10 set. **Fechos: mineração, expansão urbana, esgoto e entulho ameaçam água potável de Belo Horizonte.** Disponível em: <http://blog.leia.org.br/ameacasfechos/> Acessado em: 23/03/2019

LEIA, 2019c. 12 SET. **Fechos: Projeto pode garantir proteção integral de nascentes, campos e florestas que abastecem Belo Horizonte** Disponível em: <http://blog.leia.org.br/fechos-projeto-pode-garantir-protecao-integral-de-nascentes-campos-e-florestas-que-abastecem-belo-horizonte/> Acessado em: 23/03/2019

MARTINS, É. S. et al. **Ecologia da Paisagem: Conceitos e Aplicações Potenciais no Brasil.** Documentos, Platina, DF. n.121, p.1-35, jul. 2004.

PIROVANI, D. B. **Fragmentação, florestal, dinâmica e ecologia da paisagem na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, ES.** Dissertação – Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias, 2010.

SILVA, M. S. F.; SOUZA, R. M. **Padrões Espaciais de Fragmentação Florestal na Flona do Iburá – Sergipe.** DOI: 10.4215/RM2014.1303.0009. Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121-137, set./dez. 2014.

RAMOS, V. D. V. **Caracterização e análise da dinâmica de mudanças da ocupação do município de Nova Lima como apoio a estudos preditivos de transformação espacial.** Dissertação do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas. 138p. Belo Horizonte. 2009.

SOARES-FILHO, B. S. **Análise de Paisagem: Fragmentação e Mudanças.** Departamento de Cartografia. Centro de Sensoriamento Remoto – Instituto de Geociências – UFMG, 1998.

SOARES-FILHO, B. S. et al. **Nexos entre as dimensões socioeconômicas e o desmatamento: A caminho de um modelo integrado.** In: BATISTELLA, M; ALVES, D; MORAN, E. (Org.). Amazônia. Natureza e Sociedade em Transformação. São Paulo, 2008, v. 1.

SUAREZ, A. F.; SOARES-FILHO, B. S. **Estudo da mudança de uso e cobertura do solo na bacia do rio Formiga – MG.** Revista Brasileira de Cartografia (2013) N°65/3: 417-429 Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. ISSN: 1808-0936.

TURNER, M.G.; GARDNER, R. H. 1990. **Quantitative methods in landscape ecology: the analysis and interpretation of landscape heterogeneity.** New York: Springer Verlag, 536 p.

## MÚSICAS INFANTIS POPULARMENTE DIFUNDIDAS E SUA INFLUÊNCIA NA PERCEPÇÃO SOBRE ARTHROPODA

### **Eltamara Souza da Conceição**

Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas - Bahia

### **Daianne Letícia Moreira Sampaio**

Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas - Bahia

### **Aldacy Maria Santana de Souza**

Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas - Bahia

### **Josué de Souza Santana**

Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas - Bahia

### **Luana da Silva Santana Sousa**

Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas - Bahia

### **Samanta Jessen Correia Santana**

Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas - Bahia

### **Tais de Souza Silva**

Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas - Bahia

### **Zilvânia Martins de Oliveira**

Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e da Terra, *Campus II*, Alagoinhas - Bahia

**RESUMO:** A arte e a cultura que se consome fora da escola, a depender das suas características, pode dificultar ou facilitar a sistematização do conhecimento pelo educador. Sendo a música, importante veículo de estímulo do cérebro ao aprendiz, tem na trajetória de vida do educando, desdobramento relevante no campo da cognição e maturidade intelectual. Artrópodes são usualmente vistos como inúteis e/ou prejudiciais, por causa de impressões equivocadas pré-estabelecidas. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar músicas brasileiras infantis popularmente difundidas, a fim de verificar sua influência na percepção sobre organismos do Filo Arthropoda. Fez-se uma seleção, via internet, de músicas infantis que abordavam temas relacionados ao filo. Estas foram escolhidas indiscriminadamente em relação à autoria e buscou-se imparcialidade quanto à licença poética. As análises foram feitas por estudantes de Licenciatura do Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia, *Campus II*, Alagoinhas-BA. Foram estabelecidos critérios de classificação para as cinco músicas escolhidas: Positivo; Neutro e Negativo. Apenas uma música, “A natureza e você” (Compositores: Clemente Manoel/Wilson Vieira), foi caracterizada como positiva. Confirmou-se, nas músicas infantis, a visão estereotipada ou pouco aprofundada sobre artrópodes. Sobretudo devido à visão

cultural dos mesmos, como nojentos e sem utilidade, comum no Brasil. A percepção aqui apresentada é dos estudantes de Biologia, mas pode corresponder a forma como crianças e jovens veem o filo. Logo, é fundamental o papel do biólogo no esclarecimento da relevância de artrópodes para a ecologia e a economia, elucidando dúvidas e enfraquecendo falsas concepções tão enraizadas sobre esses animais.

**PALAVRAS-CHAVES:** Artrópodes; Músicas; infantis

## POPULARLY WIDESPREAD CHILDREN'S SONGS AND THEIR INFLUENCE ON ARTHROPODA PERCEPTION

**ABSTRACT:** The art and culture consumed outside school, depending on their characteristics, can hinder or facilitate the systematization of knowledge by the educator. Music as an important means of brain stimulus to the learning process plays a relevant unfolding in the field of cognition and intellectual maturity on the learner's life trajectory. Arthropods are usually seen as useless and/or harmful, because of pre-established misconceptions. Therefore, this study aims at analyzing popular Brazilian widespread children's songs, in order to verify their influence on the perception of Phylum Arthropoda organisms. The selection of children's songs that addressed Phylum subject took place on the Internet. They were chosen indiscriminately according to the authorship and sought impartiality as to poetic license. The analyses were carried out at by undergraduate students majoring in Biological Sciences at Bahia State University, *campus* II, Alagoinhas-BA. The classification criteria established for the five songs chosen were: Positive; Neutral and Negative. Only one song "A natureza e você" (Compositores: Clemente Manoel/Wilson Vieira), was characterized as being positive. In the children's songs, the stereotyped or little in-depth view on arthropods was confirmed, especially due to the Brazilian common cultural view as it being disgusting and useless. The perception presented here was examined by Biology students, but it may correspond to the way children and young people see Phylum. Therefore, the role of the Biologists in clarifying the relevance of arthropods to ecology and economics is crucial for elucidating doubts and weakening false conceptions that run deep about these animals.

**KEYWORDS:** Arthropods; Songs; Children

### 1 | INTRODUÇÃO

A arte, de modo geral, influencia a vida das pessoas como objeto de empoderamento social, sobretudo nos tempos atuais, onde a liberdade de expressão tem permitido a difusão de ideias e conceitos através desta importante ferramenta. Nesse contexto, a música é conhecida por estimular o cérebro no aprendizado rápido e na memorização (BARROS, 2014).

Na educação infantil, a música deve ser trabalhada como forma de conhecimento e como linguagem. O uso de canções para promoção da educação deve permitir

o desenvolvimento dos indivíduos e a superação de valores estereotipados pela sociedade (BRASIL, 1997). A influência de elementos cotidianamente relevantes na vida de uma criança, tem impacto sobre a aprendizagem, e na sua trajetória de vida, seu desdobramento é relevante no campo da cognição, aprendizagem e maturidade intelectual. Nem sempre há uma preocupação sobre a arte consumida na infância e sua influência no futuro enquanto educando. Estereótipos e conceitos mal concebidos podem ter uma repercussão, muitas vezes negativas, na vida de uma pessoa. Isso parte da visão que se tem sobre uma criança. Ao longo dos tempos, houveram mudanças em relação à essa visão, sobre a medida do papel da criança na sociedade. Portanto, o entendimento da sociedade sobre a infância mudou, daquela ideia já ultrapassada de que a criança é um estado de transição para a vida adulta (EISENBERG e CARVALHO, 2011). Partindo desse princípio ultrapassado, pressupõe-se que arte, cultura e outros elementos difundidos na sociedade, mal pudessem influenciar o futuro de um cidadão como estudante na área de Ciências, nos níveis menos e mais avançados da educação básica ou na educação superior. Além disso, na sua vida, de modo geral.

Os valores associados às músicas também variaram ao longo do tempo. Eisenberg e Carvalho (2011) citam que as cantigas de roda, por exemplo, deixaram de ter uma função sócio afetiva, de insinuação amorosa entre pares, de manifestação espontânea e cotidiana, para ser uma atividade pedagógico-cultural ou de lazer para crianças pequenas.

Com a universalização da escola, a criança passou a ser pensada como aluno, mudando o foco das preocupações do ensino e da aprendizagem, com atenção especial a aquisição dos conhecimentos já produzidos (ROCHA, 2001). Por essa razão, uma atenção a arte que essas crianças consomem, é relevante. De certo que a sistematização dos conhecimentos é uma das tarefas da escola (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001), mas a arte e a cultura que se consome fora desta, influencia essa sistematização e pode dificultar ou facilitar o trabalho do educador.

Criar habilidade para percepção de fatores do meio que influenciam a vida educacional, a aprendizagem, bem como, a cognição de estudantes, é papel fundamental da Universidade, portanto, assim como educadores, licenciados em formação, devem se qualificar para cumprir muito bem esse papel.

A música pode ser considerada um agente facilitador do processo educacional (LIMA e SANT'ANNA, 2014), assim como a imagem é (NAVARRO e DOMINGUEZ, 2009). Mas a música é considerada, das artes, a mais acessível, em razão da facilidade de aquisição e fruição dos objetos musicais, tais como aparelhos e programas musicais radiofônicos e televisivos (SUBTIL, 2007). Chiarelli e Barreto (2005) indicam a musicalização como fator que pode contribuir para a aprendizagem, promovendo a evolução e o desenvolvimento social, afetivo, cognitivo, linguístico e psicomotor da criança.

Sua utilização como recurso didático-pedagógico, é considerada atualmente uma alternativa flexível para se trabalhar conteúdos de Ciências e Biologia (SILVA e

FOGANHOLI, 2017), nos espaços formais de educação. Nos dias atuais, as crianças, desde cedo, ouvem e reproduzem as canções de sucesso, sobretudo as amplamente veiculadas na mídia, substituindo a audiência dessas, pelas tradicionais músicas infantis (SUBTIL, 2007). Portanto, nos espaços informais de educação, o estudante está a todo tempo sendo influenciado por músicas de diversos gêneros e, o conteúdo dessas músicas, a forma como é tratado nas obras, influenciam muito a percepção da criança sobre determinado objeto ou fenômeno da natureza.

A mídia tem tido muita influência nas músicas ouvidas por crianças e adultos também, e tem influenciado seu gosto musical, mais até do que a educação escolar ou tradições familiares, havendo atualmente uma homogeneização com relação ao gosto musical (SUBTIL, 2007). A forma como há a medianização da indústria cultural, explica a semelhança dos gostos musicais entre públicos de diferentes classes econômicas e sociais (SUBTIL, 2011).

Informações do cotidiano são muito utilizadas por crianças e jovens para dar um sentido ao mundo físico, sendo consideradas estáveis e muitas vezes, tornando o indivíduo resistente a mudanças (DRIVER et al., 1989; LUÍS, 2004). Portanto é uma visão obsoleta, a de se pensar que as músicas popularmente difundidas nos espaços informais de educação não influenciam a formação intelectual e cognitiva das crianças.

Em relação aos artrópodes, que são usualmente vistos como inúteis e/ou prejudiciais para os seres humanos, é comum a difusão de impressões equivocadas (COSTA NETO, 2000). Por essa razão, o presente estudo teve como objetivo, analisar músicas brasileiras infantis popularmente difundidas, a fim de verificar a influência destas na percepção sobre organismos do Filo Arthropoda.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma seleção, via internet, de cinco músicas infantis que abordavam temas relacionados à Arthropoda, a fim de estabelecer uma análise em relação à retratação de tal conteúdo. As análises foram feitas por estudantes de Licenciatura do Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia, *Campus II*, Alagoinhas-Bahia. Trata-se de estudantes que estavam cursando o componente curricular Biologia dos Invertebrados II, que inclui na sua ementa o conteúdo de Arthropoda. Cada um dos nove estudantes, ouviram atenta e repetidas vezes, cada música, para tecer opinião sobre as categorias escolhidas para qualificar as músicas. Para verificar a influência das músicas, foram estabelecidos critérios de classificação em: 1. Positivo; 2. Neutro e 3. Negativo.

A escolha pelo Filo Arthropoda se deu pela própria propagação do conteúdo relacionado ao filo nas músicas, tendo em vista a ampla distribuição geográfica, abundância e dominância de espécies desse filo, sendo este, de modo geral, um dos mais popularmente conhecidos.

As músicas foram colhidas indiscriminadamente em relação à autoria e buscou-se imparcialidade em relação à licença poética das canções. Tendo em vista a liberdade de expressão que a arte reflete.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das cinco músicas do gênero infantil selecionadas (Tab. 1), segundo os critérios de análise, houve apenas uma música, a primeira (1.), caracterizada como positiva, ressaltando atividades da abelha e das aranhas. As demais foram consideradas neutras ou negativas.

Música/Intérprete*	Trecho	Influência
1. A natureza e você (Intérprete: Fofão) Compositores: Clemente Manoel/Wilson Vieira	“As abelhas fazem o seu mel/E a aranha é mestre no tear”	Positiva
2. A cigarra e a formiga (Intérprete: Eliana) Compositor: Não identificado	“A formiguinha trabalha sem parar/Mas a cigarra descansa o dia inteiro”	Negativa
3. Lagarta pintada (Música do Folclore brasileiro)	“Lagarta pintada quem foi que te pintou [...]Por dentro das areias levanta poeira”	Negativa
4. Borboletinha (Intérprete: Xuxa) Compositores: Chico Barbosa / Mariana Richard / Renata Arruda	“Borboletinha tá na cozinha/ fazendo chocolate para a vizinha”	Neutra
5. A dona Aranha (Intérprete: Galinha Pintadinha) Compositor: Não identificado	“A Dona Aranha subiu pela parede [...]Ela é teimosa e desobediente/Sobe, sobe, sobe e nunca está contente”	Neutra

Tabela 1 – Músicas do gênero musical “Infantil” e a influência de suas letras sobre a percepção sobre organismos do filo Arthropoda.

\*Fonte: <https://www.youtube.com>

A segunda (2.) e a terceira (3.) músicas foram tidas como negativas. A segunda trata cigarras como preguiçosas. Sabe-se, na realidade, que formigas são insetos sociais, ao contrário das cigarras. Por isso, é usual a estocagem de alimentos entre as primeiras, para manter toda a colônia. Por isso, esse tipo de comparação foi indicado como negativo. A terceira música relaciona as lagartas com o subsolo, o que poderia confundir esse estágio larval dos insetos com organismos do filo Annelida. Em relação à quarta e quinta músicas, foram consideradas neutras, por conta da licença poética, já que muitas canções relacionam os animais a atividades distintamente humanas, como cozinhar.

Eisenberg e Carvalho (2011) citam as categorizações dadas às músicas, mas que



há uma preocupação, sobretudo com algumas músicas infantis, citando que algumas modificações regionais ou até mesmo o próprio conteúdo original das músicas, pode despertar no ouvinte, sensações negativas.

Lino (2010) cita a inseparabilidade entre a arte e a vida e o respeito que se deve ter ao direito da criança de viver a música em sua intensidade dinâmica. Mas com a velocidade em que se tem avançado, tanto em número de gêneros musicais, como em qualidade e diversidade das músicas, enquanto educadores, é importante estar atentos a influência da arte, respeitando a licença poética nas distorções, se for o caso, sobre a educação científica. Em contrapartida, se essas músicas puderem ajudar, de maneira lúdica, na compreensão de certos conteúdos até de difícil compreensão, porque parecem muito abstratos, isso será muito relevante. Dominguez (2009) cita a importância da música sobre a capacidade de aproximação dos conhecimentos científicos e a necessidade de atenção dos pesquisadores da área de ensino de Ciências para essa questão. No entanto, é necessária cautela quanto ao uso desse recurso, sobretudo pelo consumo acrítico de tudo que é passado pela mídia (SUBTIL, 2007).

Segundo Vieira et al. (2005), os espaços não-formais de ensino podem ser bons aliados das aulas formais, assim como a educação informal, que ocorre através de processos naturais e espontâneos, da convivência na sociedade. Assim, um espaço informal pode, a depender da percepção do estudante, oferecer recursos que lhe darão condições de obter e/ou analisar sobre informações relevantes a cerca de determinado tema relacionado a este espaço, que na escola não foi adequadamente tratado, ou que não houve intenção de ser trabalhado com profundidade (PINTO e FIGUEIREDO, 2010).

A escola tem papel primordial em relação ao que está sendo veiculado na mídia e sua repercussão sobre o consumidor, que no caso são os estudantes, entendendo que o conhecimento adquirido deva ser aproveitado no espaço escolar, permitindo que esses estudantes obtenham uma visão crítica do que consomem (SUBTIL, 2007). Mas a música nas escolas, que normalmente é utilizada juntamente com outras atividades lúdicas, com crianças do Ensino Fundamental, vai perdendo sua utilidade à medida que a escolaridade avança (JAGHER e SCHIMIN, 2014). No que tange ao ensino das Ciências Naturais e Biologia, vem sendo pouco utilizada atualmente (BARROS et al., 2013).

A escola não pode ignorar a música midiática, mas assumir o papel de escolarizar o conhecimento obtido através desta, buscando ampliar os repertórios e avaliar o potencial para a educação estética e humanizadora, do campo midiático musical (SUBTIL, 2011). Sobretudo porque é inegável o elevado número de estilos, intérpretes e conteúdos musicais, que contribui para a construção das visões de mundo e sociedade dos sujeitos (SUBTIL, 2011).

Uma vez que é inevitável o consumo cada vez mais acelerado de músicas em espaços informais de aprendizagem, em gêneros e com mensagens diversas e as vezes

de impacto para o conhecimento científico trabalhado nas escolas. A chave da questão seria a medida e a forma em que esse conhecimento, que resulta do trabalho humano, é escolarizado e pensado criticamente (SUBTIL, 2007). Essa autora, também defende a escolarização da música veiculada pela mídia, de maneira consciente, baseada no conhecimento musical em suas diferentes dimensões. As vivências obtidas com as músicas são enriquecedoras, desde que se possa exercer papéis diversos com esta, que permite uma consciência musical ao escutá-las, tocá-las, cantá-las; assim como analisá-las criticamente, improvisando e inventando as músicas (BEINEKE, 2011). Unindo o saber e as canções, os educadores poderão estabelecer um elo entre o conhecimento e a descontração, entre o conhecimento artístico e o científico, como sujeitos mediadores de cultura dentro do processo educativo, promovendo inovações na aprendizagem (BARROS et al., 2013).

A partir da análise das músicas no presente estudo, confirma-se a visão estereotipada ou pouco aprofundada sobre artrópodes. Deve-se destacar que não há intencionalidade em depreciar esses organismos, mas a visão cultural dos mesmos, como nojentos e sem utilidade, é comum no Brasil. É relevante observar o que sugere SCHROEDER e SCHROEDER (2011), que a música deve ser entendida como um acontecimento dinâmico e que se atualiza cada vez que é executada, não é um sistema fechado e imutável, portanto a visão sobre o que ela traduz pode ser alterado e visto por um outro olhar. O conhecimento da enorme importância ecológica de Arthropoda usualmente se mantém restrito à comunidade acadêmica, mas pode ser melhor compreendido dentro da sociedade em geral.

#### 4 | CONCLUSÕES

É perceptível a propagação de informações equivocadas ou pouco aprofundadas sobre artrópodes em músicas brasileiras. No caso das músicas infantis, essa resistência cultural também se encontra presente. A percepção aqui apresentada é dos estudantes de Biologia, no entanto, pode corresponder a forma como crianças e jovens veem o filo. Logo, é fundamental o papel do biólogo no esclarecimento da grande relevância de artrópodes para a ecologia e a economia, elucidando as dúvidas e enfraquecendo as falsas concepções tão enraizadas sobre esses animais.

#### REFERÊNCIAS

BARROS, M. D. M.; ZANELLA, P. G.; ARAÚJO-JORGE, T. C. **A Música pode ser uma estratégia para o ensino de Ciências Naturais? Analisando concepções de professores da Educação Básica.** Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.15. n. 1. P. 81-94, Jan.abr. 2013.

BARROS, M. D. M. **O uso da música popular brasileira como estratégia para o ensino de Ciências.** 2014. 203 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.

BEINEKE, V. **Música, jogo e poesia na educação musical escolar - Música na educação básica.** Revista Da ABEM, v. 3, n. 3, p. 8-27, set. 2011.

BRASIL. 1997. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília, DF, 1997. 82p.

CHIARELLI, L.K.M.; BARRETO, S. de J. **A importância da musicalização na Educação Infantil e no Ensino Fundamental: a Música como meio de desenvolver a inteligência e a integração do ser.** Revista Recre@rte, Santiago de Compostela, jun. 2005. Disponível em: <http://www.iacat.com/Revista/recreate/recreate03/musicoterapia.htm>. Acesso em 08 mar. 2019.

COSTA NETO, E. M. **Introdução à Etnoentomologia: considerações metodológicas e estudo de casos.** Feira de Santana: Editora UEFS, 2000.

DOMINGUEZ, C. **Ciências na educação infantil: desenhos e palavras no processo de significação sobre seres vivos.** In: ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, NÚMERO EXTRA VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 2009, Barcelona. Anais eletrônicos...Barcelona: RACO, 2009. Disponível em <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3228-3240.pdf>. Acesso em 15 de mar. 2019.

DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHEN, A. **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia.** Madrid: Ediciones Morata, 1989.

EISENBERG, Z.; CARVALHO, C. **As Músicas Que Cantamos Para Nossas Crianças: O Que Dizem?.** Cadernos de Educação. Pelotas, v.19, p. 155-195, out.nov.dez. 2011.

JAGHER, S.; SCHIMIN, E.S. **A Música como Recurso Pedagógico No Ensino de Biologia. Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva Do Professor PDE.** Cadernos PDE, Curitiba. V. 1, p 2-22, 2014.

LIMA, G. P. L.; SANT'ANNA, V. L. L. **A Música na Educação Infantil e Suas contribuições.** Pedagogia em Ação. v. 6 n.1. p. 111-116, 2014

LINO, D.L. **Barulhar: a música das culturas infantis.** Revista da ABEM, Porto Alegre. v. 24, p. 81-88, Set. 2010.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais.** ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte. v.3, p. 1-17, jun 2001.

LUÍS, N. M. L. **Concepções dos alunos sobre respiração e sistema respiratório: Um estudo sobre a sua evolução em alunos do ensino básico.** 2004. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, 2004.

NAVARRO, T.E.M.; DOMINGUEZ, C.R.C. **O Uso da Imagem como Recurso Didático no Ensino de Ciências na Educação Infantil.** In: VII ENPEC (ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS), 2009, Florianópolis, Anais eletrônicos...Florianópolis: UFSC, 2009. Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1410.pdf>. Acesso em 16 de mar. 2019.

PINTO, L. T.; FIGUEIREDO, V.A. **O ensino de Ciências e os espaços não formais de ensino. Um estudo sobre o ensino de Ciências no município de Duque de Caxias/RJ.** In: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2010, Paraná. Anais eletrônicos...Paraná: UTFPR, 2009. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/anais2010/artigos/EC/179.pdf>. Acesso em 15 de mar. 2019.

ROCHA, E.A.C. **A pedagogia e a educação infantil.** Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v.19, p. 155-195, jan.fev.mar.abr 2001.

SCHROEDER, S.; SCHROEDER, J. **As crianças pequenas e seus processos de apropriação da**

**música.** Revista da ABEM. Londrina, v.19, n.26, 105-118, jul.dez. 2011.

SILVA, D. V.; FOGANHOLI, A.P.A.M. **A Música como Recurso Didático no Ensino de Ciências e Biologia.** In: III Congresso Multidisciplinar / XI Fórum Científico da FAP. Anais eletrônicos...Apucarana: FAP, 2017. Disponível em: <http://www.cesuap.edu.br/anais/congresso-multidisciplinar-2017/comunicacao-oral/ciencias-biologicas/0073.pdf>. Acesso em 15 de mar. 2019.

SUBTIL, M. J. D. **Músicas, mídias e escola: relações e contradições evidenciadas por crianças e adolescentes.** Educar em Revista, v. 2, n. 40, p. 177-194, abr-jun, 2011.

SUBTIL, M. J. D. **Mídias, músicas e escola: a articulação necessária.** Revista da ABEM, Porto Alegre, v. 16, p. 75-82, mar. 2007.

VIEIRA, V.; BIANCONI, M. L.; DIAS, M. **Espaços Não-formais de Ensino e o Currículo de Ciências.** Ciência e Cultura, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 21-23, out.dez. 2005.

## PARASITOLOGICAL DETECTION OF *Cryptosporidium* spp. IN FECAL SAMPLES OF CARRIER PIGEONS (*Columba livia*) IN TWO BREEDINGS

**Amália Genete dos Santos**  
**Bruno César Miranda Oliveira**  
**Deuvânia Carvalho da Silva**  
**Elis Domingos Ferrari**  
**Sandra Valéria Inácio**  
**Walter Bertequini Nagata**  
**Katia Denise Saraiva Bresciani**

São Paulo State University (UNESP), School of  
Veterinary Medicine, Araçatuba.  
Araçatuba - São Paulo, Brasil.

**ABSTRACT:** In this research, we investigated the occurrence of *Cryptosporidium* spp. in faecal samples of pigeons from two breeding by the modified Kinyoun Coloring Technique. A total of 100 samples were collected, 50 of which were collected at breeding in the city of Formiga, State of Minas Gerais and 50 in another laboratory located in Araçatuba, São Paulo. For the detection of *Cryptosporidium* spp. oocysts, the faeces were purified and concentrated by centrifugal-flotation in Sheather's solution and subsequently evaluated under microscopy by the Modified Kinyoun Coloring Technique and 6 samples positive for *Cryptosporidium* spp. .The database was built with Microsoft Office Excel 2010 and these were analyzed using Fisher's Exact Test. 6% positive samples were detected for *Cryptosporidium* spp. According to the inferential analysis, there wasn't a

significant association between the positivity by the modified Kinyoun staining technique and the studied variables age, sex, and location. By the results obtained in this study, it can be inferred that the modified Kinyoun Coloring Technique permits the detection of oocysts of *Cryptosporidium* spp. in faecal samples of pigeons.

**KEYWORDS:** columbiformes, cryptosporidiosis, modified Kinyoun, protozoan, zoonosis

### INTRODUCTION

Pigeons belong to the genus *Columba*, they have several habitats and variable phenotypes in relation to plumage color and body size (HARO et al., 2005). These species adapt easily to urban and peri-urban areas, due to the availability of food resources and water (MACKENSTEDT; JENKINS; ROMING, 2015), and the synanthropic habit of these animals can cause the transmission of zoonosis (MIRZAGHAVAMI; SADRAEI; FOROUZANDEH, 2016).

The clinical signs of cryptosporidiosis may vary depending on the host's immune system, but usually, these are diarrhea, lethargy, depression, apathy, anorexia and growth retardation (ALVAREZ-PELLITERO; SITJA-BOBADILLA, 2002), malnutrition, low egg

production, susceptibility to other infections and death in young birds (RADFAR et al., 2012). However, parasitic infections in some birds may result in subclinical diseases (BADPARVA et al., 2015).

The occurrence of *Cryptosporidium* infection in birds is low (NAKAMURA; MEIRELES, 2015), especially in carrier pigeons (OLIVEIRA et al., 2017). Therefore, we investigated the presence of this parasite in fecal samples of carrier pigeons from two pigeon breeders by the modified Kinyoun technique.

## **MATERIAL AND METHODS**

### **Ethics committee approval**

The study was approved by the Animal Use Ethics Committee (CEUA) of the São Paulo State University (UNESP), School of Veterinary Medicine, Araçatuba, process number FOA 2015-00327.

### **Harvesting of fecal samples**

A total of 100 samples from carrier pigeons were collected from pigeon breeders located in the municipalities Formiga, Minas Gerais state, Brazil and Araçatuba, São Paulo state, Brazil, 50 samples from each breeder.

The age of the pigeons ranged from one to 12 years old and the pigeons showed no clinical signs. All birds were kept in individual cages, and they shared collective sites at the time of weekly cleaning. The pigeons fed on grain and drank tap water, the water was changed twice a week. When these animals participated in training or competitions they were transported in collective cages.

Fecal samples were collected with disposable wooden spatulas from the bottom of the cages and transferred to 2 mL microtubes without preservatives and then stored at 4°C until processing.

### **Fecal samples purification**

Purification of the samples was performed individually; initially, they were fragmented and homogenized in the microtube. Shortly after, modified Sheather's solution (g = 2.05) prepared in PBS and 0.1% Tween 20 was added in sufficient quantity to facilitate dilution of the sample and the pellet was homogenized. The tube was filled with modified Sheather's solution to the volume of 1.9 ml and subsequently the contents were homogenized on a vortex type stirrer. Microtubes were centrifuged at 800 g for five minutes. While centrifugation occurred, a fresh 2 ml microtube for each sample was identified and filled with 1500 µl PBS / 0.1% Tween 20. Then, samples were withdrawn from the centrifuge and 400 µl of the supernatant was aspirated from each and transferred to their respective microtube, pre-filled with 0.1% PBS / Tween



20 as previously described. The supernatant was homogenized by inversion and then centrifuged at 10000 g for three minutes. After this step, a pellet was formed that was carefully preserved when discarding the supernatant using a micropipette. The tube was filled to 1.9 ml with 0.01% PBS / Tween 20 solution in each sample, centrifuged at 10000g for three minutes. The supernatant was discarded, preserving 100  $\mu$ L of the pellet. In the microtubes of each sample were added 100  $\mu$ L of 10% formaldehyde to preserve.

## Microscopy

After purification and concentration of the samples, the aliquot was destined to the microscopic analysis for the research of *Cryptosporidium* oocysts by means of the modified Kinyoun staining technique (AMATO et al., 1996).

## Statistical analysis

Data analysis consisted of descriptive statistics and inferential analysis (Fisher's exact test) to verify the association between the presence and absence of this pathogen with each of the studied variables (age, sex, and location). The database was created with Microsoft Office Excel 2010 and the software used was Bioestat 5.0. The statistics were considered significant when  $p < 0.05$ .

## RESULTS

Of the 100 fecal samples examined by means of the modified Kinyoun coloration technique, the 6% occurrence was detected for *Cryptosporidium* spp., being three males and three females. Among the positive samples from the nurseries, five were from Araçatuba, São Paulo and one from the municipality of Formiga, Minas Gerais.

According to the inferential analysis, there was no significant association between the positivity by the Kinyoun staining technique and the variables studied ( $P = 0.0644$ ), sex ( $P = 1$ ) and location ( $P = 0.2044$ ).

## DISCUSSION

Due to the fact that our work is the first to perform the parasitological detection of *Cryptosporidium* by means of the Kinyoun technique, it is impossible to weave compare the results evidenced in our study with the consulted literature.

However, the positivity found in our study may be associated with wood cages, since this material is more difficult to clean and disinfect than metal cages. In addition, wood can provide an environment conducive to the survival of *Cryptosporidium* oocysts due to its high moisture retention ability. The variation in the positivity of the faecal samples of the breeding birds of the municipalities in question may be due to age,

sensitivity, and resistance of birds infected by oocysts (JASIM; MARHOON, 2015).

As well, the different climatic conditions can be due to the date of harvesting, since the municipality of Araçatuba has the hotter and drier climate than Formiga. A study carried out in Australia was more positive for *Cryptosporidium* spp. in hot and dry places (BAMAIYI; REDHUAN, 2017).

While in a study conducted in Uruguay, the presence of *Cryptosporidium* oocysts in intestinal contents slides was not detected. This result can be attributed in part to the fact that the diagnostic method was performed without first subjecting the samples to the centrifugal sedimentation process, emphasizing the importance of centrifugation and the concentration with saturated sugar solution of the samples (CASANOVA; VERDES; OKADA, 2015).

The experience of the responsible technician for the result has fundamental importance, because the *Cryptosporidium* oocysts are small in comparison to the size of other coccidias, have no sporocysts and they have similar morphology of fungus and yeast spores (CASEMORE, 1991). However, the diagnosis methods by microscopy are more used for being less expensive (NAKAMURA; MEIRELES, 2015).

The *Cryptosporidium* spp. oocysts are resistant to most disinfectants and water chlorination, that's why cryptosporidiosis prevention is of great importance to Public Health (LECHEVALIER; NORTON; LEE, 1991). The transmission of this disease is through the fecal-oral route (FAYER et al., 2010) and the transmission probability is influenced by many factors, such as the time of exposure to infection, the latency period, the stability of the agent when exposed to the environment, population density and animal management (MARIETTO-GONCALVES et al., 2008). In addition, coccidiosis is a disease frequently reported in poultry in the world, so our study has great relevance to Public Health (BADPARVA et al., 2015).

In our study pigeons had individual cages that were frequently sanitized and none of the birds had clinical signs. However, the animals drank tap water and this water source may have been responsible for the infection of the birds (ZAHEDI; PAPARINI; JIAN, 2016).

As carrier pigeons are transported together to participate in competitions and training, this associated factor with a contaminated transport environment or the presence of other infected animals may contribute to the cryptosporidiosis transmission (OLIVEIRA et al., 2017). The *Cryptosporidium* spp. occurrence in fecal samples of pigeons indicates that poultry may possibly transmit this parasite and that it should be considered the prevention of this parasite in domestic pigeons because its synanthropic habit poses a contamination risk in an urban environment and a possible form of human and animals infection.

## CONCLUSION

We detected for the first time oocyst of *Cryptosporidium* spp. in a fecal sample of carrier pigeons by the modified Kinyoun staining technique.

## ACKNOWLEDGMENT

To breeders who provided the animals, to all team of the Laboratory Parasitology from the College of Veterinary Medicine from Araçatuba, UNESP. And to the FAPESP by the scientific initiation (Process number 2017/05295-0).

## REFERENCES

- ALVAREZ-PELLITERO, P.; SITJA-BOBADILLA, A. 2002. *Cryptosporidium molnari* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) infecting two marine fish species, *Sparus aurata* L. and *Dicentrarchus labrax* L. Int J Parasitol. v. 32, p. 1007-1021.
- AMATO NETO, V., et al. 1996. Pesquisa de oocistos de *Cryptosporidium* sp. em fezes: comparação entre os métodos de Kinyoun modificado e de Heine. Rev Soc Bras Med Trop. v. 29, p. 575-578.
- BADPARVA, E., et al. 2015. First report of birds infection by intestinal parasites in Khorramabad, west Iran. J Parasit Dis. v. 39, p. 720-724.
- BAMAIYI, P. H.; REDHUAN, N. E. M. 2017. Prevalence and risk factors for cryptosporidiosis: a global, emerging, neglected zoonosis. Asian Biomed. v. 10, p. 309-325.
- CASANOVA, S.; VERDES, J. M.; OKADA, K. 2015. *Cryptosporidium* spp. in bursa of Fabricius of broiler chickens from Uruguay. Cienc Rural. v. 45, p. 64-67.
- CASEMORE, D. P. 1991. Laboratory methods for diagnosing cryptosporidiosis. J Clin Pathol. v. 44, p. 445-451.
- FAYER, R. 2010. Taxonomy and species delimitation in *Cryptosporidium*. Exp Parasitol. v. 124, p. 90-97.
- HARO, M.; IZQUIERDO, F.; HENRIQUEZ-GIL, N., et al. 2005. First detection and genotyping of human-associated microsporidia in pigeons from urban parks. Appl Environ Microbiol. v. 71, p. 3153-3157.
- JASIM, G. A.; MARHOON, I. A. 2015. Prevalence and Molecular Analysis of *Cryptosporidium* spp. Isolated From Wild and Domestic Birds. Acta Parasitologica Globalis. v. 6, p. 65- 70.
- LECHEVALLIER, M. W.; NORTON, W. D.; LEE, R. G. 1991. *Giardia* and *Cryptosporidium* spp. in filtered drinking water supplies: Appl. of cryptosporidiosis among captive wild animals and birds in the arid region of north-eastern Nigeria. Appl Environ Microbiol. v. 77, p. 337-344.
- MACKENSTEDT, U.; JENKINS, D.; ROMING, T. 2015. The role of wildlife in the transmission of parasitic zoonoses in peri-urban and urban areas. Int J Parasitol Parasites Wildl. v. 4, p. 71-79
- MARIETTO-GONÇALVES, G., et al. 2008. Intestinal protozoan parasites with zoonotic potential in birds. Parasitol Res. v. 103, p. 1237-1240.

- MIRZAGHAVAMI, M.; SADRAEI, J.; FOROUZANDEH, M. 2016. **Detection of *Cryptosporidium* spp. in free ranging animals of Tehran, Iran.** J Parasit Dis. v. 40, p. 1528–1531.
- NAKAMURA, A. A.; MEIRELES, M. V. 2015. ***Cryptosporidium* infections in birds - a review.** Rev Bras Parasitol Vet. v. 24, p. 253-267.
- OLIVEIRA, B. C. M., et al. 2017. **First description of *Cryptosporidium parvum* in carrier pigeons (*Columba livia*).** Vet Parasitol. v. 243, p. 148-150.
- RADFAR, MH., et al. 2012. **Biodiversity and prevalence of parasites of domestic pigeons (*Columba livia domestica*) in a selected semiarid zone of South Khorasan, Iran.** Trop Anim Health Prod. v. 44, p. 225-229.
- ZAHEDI, A.; PAPARINI, A.; JIAN, F. 2016. **Public health significance of zoonotic *Cryptosporidium* species in wildlife: Critical insights into better drinking water management.** Int J Parasitol Parasites Wildl. v. 5, p. 88-109.

## PERFIL DOS CASOS DE COQUELUCHE NO ESTADO DE GOIÁS

### **Marielly Sousa Borges**

Biomédica Residente em Infectologia pelo Programa de Residência Multiprofissional da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás  
Goiânia - Goiás

### **Jefferson do Carmo Dietz**

Biomédico Residente em Infectologia pelo Programa de Residência Multiprofissional da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás  
Goiânia - Goiás

### **Dayane de Lima Oliveira**

Biomédica Residente em Infectologia pelo Programa de Residência Multiprofissional da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás  
Goiânia - Goiás

### **Roberta Rosa de Souza**

Farmacêutica Residente em Infectologia pelo Programa de Residência Multiprofissional da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás  
Goiânia - Goiás

### **Murilo Barros Silveira**

Biomédico Especialista em Microbiologia e Servidor Público do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás  
Goiânia - Goiás

**RESUMO:** Coqueluche é uma doença infecciosa aguda e transmissível, que acomete o trato respiratório e é causada pela bactéria *Bordetella pertussis*. Atualmente a coqueluche ocupa o

quinto lugar dentre as causas de mortalidade das doenças imunopreveníveis em crianças menores de cinco anos. Portanto o objetivo do presente estudo é descrever o perfil dos casos notificados e confirmados de coqueluche no estado de Goiás. Trata-se de um estudo do tipo descritivo, retrospectivo, no qual utilizou-se a base de dados secundários do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), a partir dos registros de casos de coqueluche no período de 2007 a 2017. Quanto à verificação da cobertura vacinal empregou-se os dados do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações (SI-PNI). As variáveis utilizadas para descrever os casos foram: idade, sexo, cobertura vacinal e evolução clínica. No período analisado foram confirmados 597 casos de coqueluche. O maior número de casos da doença ocorreu em 2014 com 220 (36,8%) casos. Em relação ao sexo, houve predomínio no sexo feminino com 345 (58%) casos. A faixa etária mais acometida foram os menores de 1 ano, perfazendo 415 (69,6%) dos casos notificados. Do total de casos, 589 (98,6%) evoluíram para cura. A cobertura vacinal da tríplice bacteriana (DTP), no ano de 2013 se mostrou reduzida (abaixo de 80%), porém nos anos de 2012 e 2014 houve alta cobertura vacinal em nosso estado. A doença nos 10 anos demonstrou elevada prevalência, mesmo sendo imunoprevenível, representando

um fator preocupante para saúde pública em Goiás.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coqueluche; Imunoprevenção; Saúde Pública.

## PROFILE OF THE CASES OF PERTUSSIS IN THE STATE OF GOIÁS

**ABSTRACT:** Pertussis is a transmissible infectious disease that affects the respiratory tract and is caused by the bacterium *Bordetella pertussis*. Pertussis is currently the fifth-highest the cause of mortality of immunopreventable diseases in children under five years old. Therefore, the objective of the present study is to describe the profile of reported and confirmed cases of pertussis in the State of Goias. This is a descriptive, retrospective study in which the secondary database of the Aggravated Information System (SINAN) from the records of cases of pertussis from 2007 to 2017. As for the verification of the vaccination coverage, the Information System of the National Immunization Program (SI-PNI) was used. The variables used to describe the cases were: age, sex, vaccine coverage and clinical evolution. During the analyzed period 597 cases of pertussis were confirmed. The greatest number of cases of the disease occurred in 2014 with 220 (36.8%) cases. Regarding gender, there was a predominance in females with 345 (58%) cases. The most affected age group were those younger than 1 year, making up 415 (69.6%) of the reported cases. Of the total cases, 589 (98.6%) evolved to cure. Vaccination coverage of the triple bacterial (DTP) in 2013 was reduced (below 80%), but in 2012 and 2014 there was a high vaccination coverage in our state. The disease in the last 10 years showed high prevalence, even being immunopreventable, representing a worrisome factor for public health in Goias.

**KEYWORDS:** Pertussis; Immunoprevention; Public health

## 1 | INTRODUÇÃO

Coqueluche é uma doença infecciosa aguda e transmissível, que acomete o trato respiratório e é causada pela bactéria *Bordetella pertussis*. A transmissão ocorre a partir do contato direto com indivíduos infectados, por meio de gotículas da orofaringe eliminadas através de espirro, fala ou tosse. A doença evolui com duração de 6 a 12 semanas, sendo dividida em três fases sintomáticas (catarral, paroxística e convalescença). A fase catarral inicia-se com manifestações respiratórias e febre pouco intensa, mal-estar geral, coriza e tosse seca. As manifestações clínicas na fase paroxística são caracterizadas por tosse seca associada à crise súbita, incontrolável, rápida e curta, com cerca de cinco a dez tossidas em uma única expiração (conhecido por guincho). Na fase de convalescença os paroxismos de tosse desaparecem e dão lugar a episódios de tosse comum. Ressalta-se que a fase de maior transmissibilidade é a catarral (BRASIL, 2017).

A principal medida de prevenção para coqueluche é a vacinação. As vacinas disponibilizadas pelo Sistema Único de Saúde (SUS) são a pentavalente (confere imunidade contra difteria, tétano, *B. pertussis*, *Haemophilus influenzae* B e hepatite



B), tríplice bacteriana (difteria, tétano, e *B. pertussis* – DTP) e dTPa (Difteria, Tétano e *B. pertussis* acelular). Esta última é indicada para gestantes e crianças menores de 7 anos que apresentaram reação adversa as vacinas de células inteiras. Desde 2012, a vacina pentavalente é administrada em 3 doses: aos 2, 4 e 6 meses de idade. O esquema vacinal contempla, ainda, mais dois reforços com DTP, sendo a primeira dose aos 15 meses, e a segunda, aos 4 anos de idade. Nas gestantes e trabalhadores de saúde em unidades neonatais, recomenda-se administração de uma dose de dTPa (BRASIL, 2014; BRASIL, 2017).

Apesar da cultura de secreção da orofaringe ser o método de diagnóstico laboratorial considerada padrão ouro, esta possui uma sensibilidade em torno de 30 a 60% (MOTTA; CUNHA, 2012). Portanto muitas vezes o diagnóstico ocorre através do quadro clínico do paciente, sendo de suma importância para os profissionais da saúde o conhecimento clínico e epidemiológico desta enfermidade para o sucesso do diagnóstico e tratamento (OLIVEIRA *et al.*, 2018). No entanto, estudos são pertinentes para possibilitar a atualização de conhecimentos acerca do comportamento epidemiológico da doença.

Segundo Silva *et al.* (2017) a partir de 2010 a ocorrência dos casos de coqueluche no Brasil passou a crescer vertiginosamente. Atualmente a coqueluche ocupa o quinto lugar dentre as causas de mortalidade das doenças imunopreveníveis em crianças menores de cinco anos (FERREIRA, 2014). Diante deste cenário são necessários estudos para verificar quais os fatores associados ao aumento do número de casos. Portanto, o objetivo do presente estudo é descrever o perfil dos casos notificados e confirmados de coqueluche no estado de Goiás.

## 2 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo do tipo descritivo, retrospectivo, no qual utilizou-se a base de dados secundários do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) do Sistema de Departamento de Informática do SUS (DATASUS), a partir dos registros de casos notificados e confirmados de coqueluche no estado de Goiás, no período de 2007 a 2017. Os dados referentes à imunização pela vacina DTP no mesmo período foram obtidos do Sistema de Informação do Programa Nacional de Imunizações (SI-PNI).

As variáveis utilizadas para descrever os casos foram: idade, sexo, cobertura vacinal e evolução clínica. Os dados foram avaliados e tabulados utilizando o software Microsoft Excel®. Os resultados foram apresentados através de frequências absolutas e relativas.

### 3 | RESULTADOS

Foram confirmados 597 casos de coqueluche no estado de Goiás no período de 2007 a 2017. O maior número de casos da doença ocorreu em 2014 com 220 (36,8%) casos (Tabela 1).

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Número de Casos de Coqueluche (n=597)</b>	13	13	35	10	7	80	122	220	70	8	19

Tabela 1. Distribuição dos casos de coqueluche no estado de Goiás por ano, no período 2007 - 2017.

A cobertura vacinal pela DTP na população nos anos de 2010, 2013, 2016 e 2017 se mostrou abaixo da meta estipulada pelo Ministério de Saúde, alcançando respectivamente, 76,25%, 79,36%, 53,60% e 42,55% da população (Figura 1).

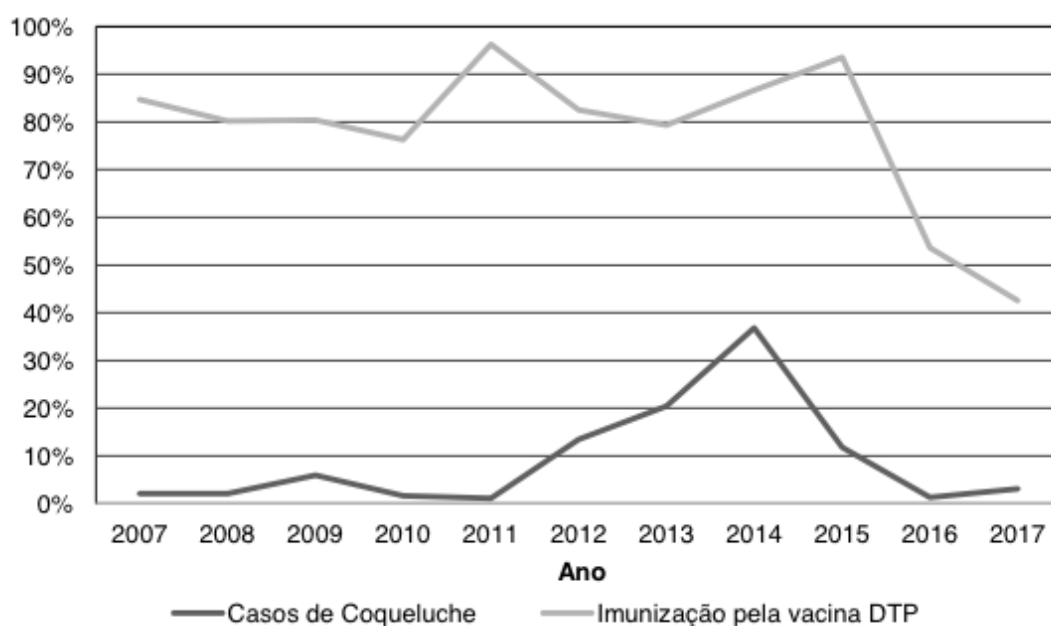


Figura 1. Casos confirmados de coqueluche e cobertura vacinal pela DTP no estado de Goiás, no período 2007 - 2017.

Em relação ao sexo, houve predomínio no sexo feminino perfazendo 345 (58%) casos. A faixa etária mais acometida foram os menores de 1 ano com 415 (69,6%) dos casos. Do total de casos, 589 (98,6%) evoluíram para cura.

Variável	Casos (n)	Frequência (%)
<b>Sexo</b>		
Masculino	242	42
Feminino	345	58
<b>Faixa etária</b>		
<1 ano	415	69,6
1- 4	61	10,2
5 - 9	43	7,2
10 - 14	25	4,1
15 - 19	11	1,9
20 - 39	35	5,9
40- 59	6	1
60- 69	1	0,1
<b>Evolução</b>		
Cura	589	98,6
Óbito por coqueluche	6	1
Óbito por outro agravo	2	0,4

Tabela 2. Características dos casos de coqueluche no estado de Goiás, no período 2007 - 2017.

#### 4 | DISCUSSÃO

É possível observar o aumento crescente do número de casos notificados de coqueluche a partir do ano de 2012 até 2014 (tabela 1). Segundo Brasil (2014), no ano de 2010 haviam estados brasileiros sem registro de casos e no ano de 2014, todos os estados registraram casos da doença, havendo um aumento de 1.505% do ano de 2010 para o ano de 2014. Este fato pode estar relacionado à maior efetividade nas atividades da vigilância laboratorial, devido à introdução de técnicas moleculares na rotina laboratorial, o que torna o diagnóstico mais rápido, sensível e preciso (SÃO PAULO, 2012).

A cobertura vacinal da DTP, no ano de 2013 se mostrou reduzida (abaixo de 80%), porém nos anos de 2012 e 2014 houve alta cobertura vacinal em nosso estado. Estudos sugerem que diversos fatores podem estar relacionados com o aumento da incidência da coqueluche, mesmo em cenários de alta cobertura vacinal como: diminuição da efetividade das vacinas, possíveis mudanças no genótipo ou sorotipo da bactéria, seleção natural de variantes resistentes à vacina, ou a diminuição da imunidade induzida pelas vacinas (MEDEIROS *et al.*, 2017).

Observa-se que há uma maior incidência da doença em crianças menores de 1 ano de idade, seguido pela faixa etária dos 1-4 anos e em adultos de 20-39 anos (Tabela 2). Estudos sugerem que os menores de 1 ano são mais vulneráveis por não terem recebido todo o esquema de imunização que é recomendado a partir dos dois meses. Outro fator que colabora para elevada incidência em menores de 1 ano, é o fato das mães não terem sido imunizadas com a vacina dTpa durante a gestação.

Dessa maneira não há transferência de imunidade para o bebê e adicionalmente a criança pode entrar em contato com adultos infectados de forma assintomática e acabar contraindo a doença (TORRES *et al.*, 2015). A incidência desta enfermidade em adultos é um fator preocupante, demonstrando que a vacinação não confere imunidade duradoura. Logo adultos e idosos podem desenvolver uma forma mais leve da doença, como a forma assintomática e se tornar fonte de infecção para crianças, gestantes e pessoas não imunizadas (WILLEMANN *et al.*, 2014).

Houve predomínio dos casos de coqueluche em indivíduos do sexo feminino (Tabela 2). Os achados do nosso estudo corroboram com os de Torres *et al.* (2015) em pesquisa conduzida no estado do Paraná.

## 5 | CONCLUSÃO

A análise do perfil dos casos de coqueluche no estado de Goiás demonstrou que a doença possui elevada prevalência, sendo mais frequente no gênero feminino e em menores de 1 ano. Mesmo sendo uma doença imunoprevenível, o número de casos apresentou recrudescimento, constituindo um importante desafio para saúde pública, uma vez que a cobertura vacinal no estado de Goiás está insatisfatória.

Diante do exposto, ressalta-se que é imprescindível realizar campanhas de sensibilização para vacinação contra a coqueluche e orientar a população acerca dos sinais e sintomas para permitir o diagnóstico precoce. Além disso, são necessários investimentos para melhoria da eficácia das vacinas para conferir imunidade duradoura.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Manual de Normas e Procedimentos para Vacinação**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral de Epidemiologia em Serviços. **Guia de Vigilância em Saúde**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
- FERREIRA, J. A. **Coqueluche: uma preocupação mundial**. São Paulo, 2014.
- MEDEIROS, A. T. N. *et al.* Reemergência da Coqueluche: perfil epidemiológico dos casos confirmados. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 25, n. 4, p. 453-459. 2017.
- MOTTA, F.; CUNHA, J. Coqueluche: revisão atual de uma antiga doença. **Boletim Científico de Pediatria**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 2, p. 42-46, 2012.
- OLIVEIRA, F. A. C. *et al.* Perfil das Internações Suspeitas de Coqueluche em Hospital Universitário Pediátrico do Sul do Brasil. **Arquivos Catarinense de Medicina**, v. 47, n. 1. 2018.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saúde. Centro de Vigilância Epidemiológica “Prof. Alexandre Vranjac”. Divisão de Doenças de Transmissão Respiratória. Situação epidemiológica da coqueluche: cenário global. **BEPA - Boletim Epidemiológico Paulista**, v. 9, n. 97, p. 26-35, 2012.

SILVA, L. M. N. *et al.* O atual Preocupante Perfil Epidemiológico da Coqueluche no Brasil. **Revista Educação em Saúde**, v. 5, n. 1, p. 21-27, 2017.

TORRES, R. S. L. A. *et al.* Ressurgimento da coqueluche na era vacinal: aspectos clínicos, epidemiológicos e moleculares. **Jornal de Pediatria**, v. 91, n. 4, p. 333-338, jul./ago. 2015.

WILLEMANN, M. C. A. *et al.* Adoecimento por coqueluche e número de doses administradas de vacinas Pertussis: estudo de caso-controle. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 207-214, 2014.

## POSSIBILIDADES NA FORMAÇÃO DOCENTE COM A GINÁSTICA PARA TODOS: VIVÊNCIAS EXPRESSIVAS INCLUSIVAS APLICADAS NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR

### **Marcos Gabriel Schuindt Acácio**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências (FC), Bauru-SP. *Laboratório de Atividade Motora Adaptada, Psicologia Aplicada e Pedagogia do Esporte- LAMAPPE/DEF-FC, Unesp Bauru.* Bolsista PIBIC 2018/19 (CNPq). Contato: bi.schuindt@hotmail.com

### **Rubens Venditti Júnior**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Campus de Bauru-SP, Faculdade de Ciências (FC), Departamento de Educação Física (DEF). Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação UNESP Rio Claro/IB – Programa Interdisciplinar de Desenvolvimento Humano e Tecnologias (DHT/ UNESP RC). Coordenador do *Laboratório de Atividade Motora Adaptada, Psicologia Aplicada e Pedagogia do Esporte - LAMAPPE/DEF-FC, Unesp Bauru.* Contato: r.venditti-junior@unesp.br

### **Ezequiel do Prado Silva**

Bolsista PIBIC Jr. (Ensino Médio/ CNPq 2018/19)- PROPe/ Unesp. Aluno da E.E. Ayrton Busch-Bauru/ SP. Contato: ezequielprado.s@hotmail.com

### **Gilson Viana de Sobral**

Bolsista PIBIC Jr. (Ensino Médio/ CNPq 2018/19)- PROPe/ Unesp. Aluno da E.E. Ayrton Busch-Bauru/ SP. Contato: gilsobral057@gmail.com

### **Bianca Marcela Vitorino Barboza**

Bolsista PIBIC Jr. (Ensino Médio/ CNPq 2018/19)- PROPe/ Unesp. Aluna da E.E. Ayrton Busch-Bauru/ SP. Contato: biancavitorino6@gmail.com

### **Rodolfo Lemes de Moraes**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências (FC), Bauru-SP. *Lab. de Atividade Motora Adaptada, Psicologia Aplicada e Pedagogia do Esporte- LAMAPPE/DEF-FC, Unesp Bauru.* Bolsista PIBITI 2018/19 (CNPq/Unesp). Contato: ro.lemes.moraes@gmail.com

### **Romulo Dantas Alves**

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de Ciências (FC), Bauru-SP. *Laboratório de Atividade Motora Adaptada, Psicologia Aplicada e Pedagogia do Esporte- LAMAPPE/DEF-FC, Unesp Bauru.* Contato: romulodantasalves@gmail.com

**RESUMO:** Esta obra discorre sobre relatos de experiência, envolvendo desdobramentos e dificuldades em se desenvolver a modalidade de Ginástica para Todos (GPT), com alunos de uma escola pública da cidade de Bauru, estado de São Paulo. A GPT é apresentada neste capítulo, como um conteúdo passível de ser explorado na Educação Física (EF) escolar, pois abrange um amplo repertório de atividades, que tem por intuito enriquecer e aprimorar o vocabulário gestual e motor do educando, a partir de estímulos que o façam vivenciar inúmeras formas de movimentos, de maneira lúdica e prazerosa, sem enfatizar a competição, permitindo observar aspectos



atitudinais, valores e protagonismo juvenil. O aspecto norteador da pesquisa é a premissa de que os professores de EF ainda não estão conseguindo desenvolver conteúdos pertinentes às manifestações gímnicas com seus alunos, principalmente na perspectiva de inclusão, pela falta de preparo profissional (graduação precária), infraestrutura das escolas e/ou a falta de materiais (adaptados ou tradicionais) e por fatores psicológicos internos (motivação e confiança). O objetivo geral deste estudo é relatar experiências de atividades corporais, advindas de um projeto de extensão universitária, intitulado “Ginástica para Todos na Escola”, de modo a fornecer subsídios, facilitar a atuação profissional e desenvolver capacitação aos professores da área de Educação Física, abordando as possibilidades de trabalho com a Ginástica para Todos como prática corporal e inclusiva, para as diversas faixas etárias e como modalidade viável de ser realizada em diversos espaços da escola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ginástica para Todos (GPT); Formação Acadêmica; Atuação Profissional; Docência; Educação Física Escolar.

### POSSIBILITIES IN TEACHING TRAINING WITH GYMNASTICS FOR ALL: APPLIED INCLUSIVE EXPRESSIVE EXPERIENCES AT PHYSICAL EDUCATION AT SCHOOL

**ABSTRACT:** This work deals with reports of self-experience involving unfolding and difficulties in developing the Gymnastics for All (GFA) modality project with students from a public school in the city of Bauru, state of São Paulo, Brazil. The GFA is presented in this chapter as a content that can be explored in Physical Education (PE) at school, as it covers a wide repertoire of activities that aims to enrich and improve the gestural and motor vocabulary of the students, from stimuli that make them experience many forms of movements, in a playful and pleasurable way, without emphasizing competition, allowing to observe attitudinal aspects, values and youthful protagonism at this practices. The guiding aspect of this research is that PE teachers are not yet able to develop contents pertinent to the gymnastic manifestations with their students, especially in the perspective of inclusion, because of lack of professional preparation (precarious graduation), school infrastructure and/or lack of adapted or traditional materials and internal psychological factors (motivation and self-confidence). The general objective of this study is to report experiences of corporal activities, coming from a university extension project entitled “Gymnastics for All at Elementary School”, in order to provide subsidies to facilitate the professional action and to develop training for PE teachers, addressing the possibilities of working with GFA as a corporal and inclusive practice, for the various age groups and as a viable modality to be performed in so many spaces at school.

**KEYWORDS:** Gymnastics for All (GFA); Academic Training; Professional Performance; Teaching; Physical Education.

## 1 | APRESENTAÇÃO

O presente trabalho aborda o relato de experiências, envolvendo o desenvolvimento da modalidade de Ginástica para Todos (GPT), com alunos de uma escola pública da cidade de Bauru, estado de São Paulo. Esta obra encontra-se pautada nas teorias inclusivas e nas metodologias da GPT (SCHUINDT, 2017; LOPES, 2017), compondo-se de atividades integrativas de cunho inclusivo nas quais a ginástica se apresenta de maneira livre e sem finalidades competitivas, caracterizando-se numa ginástica demonstrativa, com apresentações, montagens de grupos, coreografias sistematizadas, e, elaborada coletivamente pelos próprios participantes (AYOUB, 2003).

A GPT é apresentada neste capítulo como um conteúdo passível de ser explorado e apresentado na Educação Física (EF) escolar, pois abrange um amplo repertório de atividades que tem por intuito enriquecer e aprimorar o vocabulário gestual e motor do educando, a partir de estímulos que o façam vivenciar inúmeras formas de movimentos, de maneira lúdica e prazerosa, sem enfatizar a competição, permitindo observar aspectos atitudinais, valores, protagonismo juvenil e inclusão. Assim, SANTOS (1999) ainda afirma que a GPT não determina limites em relação às metodologias gímnicas (idade, sexo, número e condição física ou técnica dos participantes, tipo de música ou vestimenta) e proporciona uma infinidade de experiências motrizes (figura 1).



Figura 1 – Alunos do projeto de extensão a ser apresentado, com atividades supervisionadas, regulares de GPT em contexto escolar, na Escola Estadual Ayrton Busch. As atividades propostas colocam em evidência as experiências e cultura corporais dos participantes em contato com novas possibilidades, de maneira criativa, não competitiva e participativa, permitindo o protagonismo juvenil. Vivências ocorridas na UE do projeto, com supervisão de monitores e profissionais de EF escolar. Arquivo Pessoal: Marcos Gabriel Schuindt (2015).

Por meio de um projeto de extensão universitária, intitulado “Ginástica para Todos

na Escola”, coordenado pelo Prof. Dr. Rubens Venditti Jr, ministrado pelo primeiro autor, e auxiliado com monitorias pelos demais coautores, foram oferecidas possibilidades de aplicação da Ginástica para Todos (GPT), antiga Ginástica Geral (GG), no âmbito de uma escola pública estadual, da cidade de Bauru-SP. Pouco explorada no universo escolar, a referida modalidade é entendida como:

“Uma manifestação da cultura corporal, que reúne as diferentes interpretações da Ginástica (Natural, Construída, Artística, Rítmica Desportiva, Aeróbica, etc.) integrando-as com outras formas de expressão corporal (Dança, Folclore, Jogos, Teatro, Mímica, etc.), de forma livre e criativa, de acordo com as características do grupo social e contribuindo para o aumento da interação social entre os participantes”. (PÉREZ-GALLARDO; SOUZA, 1997, p. 33).

GRANER (2001, p. 48) define a GPT, como “manifestação gímnica, que não se caracteriza como uma modalidade da ginástica, mas sim como uma síntese entre diferentes expressões gímnicas”. Devido a suas características peculiares (ausência de regras pré-estabelecidas, critérios e padrões como nas ginásticas competitivas), além da liberdade de expressão por meio das tantas formas de ginástica, a GPT, é tida como uma atividade que pode estimular a criatividade e ser voltada ao prazer pela prática, promovendo a diversidade e a participação coletiva.

Sob a motivação de divulgar as ações realizadas, relataremos estas práticas corporais, visando fornecer subsídios que facilitem a atuação profissional e desenvolvam a capacitação aos professores da área de Educação Física escolar, abordando as possibilidades de trabalho com a GPT como prática corporal e inclusiva, para as diversas faixas etárias e como modalidade viável de ser realizada em diversos espaços da escola, dentro das propostas de cultura corporal de movimento (COLETIVO DE AUTORES, 1992).

A unidade escolar escolhida para realização do projeto foi a mesma na qual o primeiro autor (graduando em Licenciatura em Educação Física na época) realizava suas horas de estágio supervisionado obrigatório, no Ensino Fundamental II - Anos Finais. Este primeiro contato com a instituição de ensino facilitou a criação de vínculo com a comunidade escolar e contribuiu para a realização de diálogos com a equipe gestora.

Como bem representa a figura 1 (anterior) e a 2 (mais adiante), o projeto de extensão “Ginastica para Todos nas Escola”- PROEX UNESP/ FC Bauru, consolidou suas intervenções (2014-2018) na Escola Estadual Professor Ayrton Busch. A instituição de ensino está localizada no Parque Jaraguá em Bauru, interior de São Paulo. Atende 1.000 alunos abrangendo os níveis de Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Finais) e além do Ensino Médio. A partir de informações retiradas do Projeto Político Pedagógico (PPP) e do Plano Gestão (PG) da UE (unidade escolar), os documentos afirmam que esta comunidade possui baixo nível socioeconômico, com baixo grau de instrução que raramente vai além do 9º ano do Ensino Fundamental.



Figura 2 – Alunos do projeto realizam vivências inclusivas na Escola Estadual Ayrton Busch. Vivências ocorridas na EU do projeto, com supervisão de monitores e profissionais de EF escolar. Arquivo Pessoal: Marcos Gabriel Schuindt (2015).

Os pais dos alunos são em sua grande maioria pedreiros, serventes de pedreiros, vigias, diaristas, faxineiros, domésticas, aposentados com baixos salários, e seus filhos na maioria dos lares, ficam sozinhos, entregues às obrigações caseiras e com a responsabilidade de cuidar dos irmãos menores em virtude dos pais trabalharem fora.

Segundo GUTIERREZ (2001, p. 114), “a desagregação da estrutura familiar acarreta efeitos perversos nos mais diferentes aspectos da vida social, principalmente nos setores mais baixos da pirâmide econômica”. Como bem afirma DAOLIO (2004), a Educação Física (EF) é considerada uma disciplina escolar e a escola proporciona o espaço e tempo de desenvolver cultura.

Por sua vez, esta área específica deve garantir ao aluno a apreensão de conteúdos relacionados à dimensão corporal: jogo, ginástica, esporte, dança e luta. Porém, o quadro atual no que concerne às aulas de EF nas modalidades do ensino básico dentro das escolas, não contempla essa dimensão vinculada à cultura da realidade dos aprendizes, contextualizada de maneira crítica e educativa. Dadas as circunstâncias da realidade vivenciada pelos alunos, investimos nossos esforços em realizar a parceria, propiciando à comunidade a apropriação dos conteúdos pertencentes à cultura corporal de movimento, contribuindo também para a interação social, a partir da participação da comunidade acadêmica e local.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) entendem a EF Escolar, como uma disciplina que introduz e integra o aluno na cultura corporal de movimento (COLETIVO DE AUTORES, 1992), formando o cidadão que vai produzi-la, reproduzi-la e transformá-la, instrumentalizando-o para usufruir dos jogos, dos esportes, das danças, das lutas e das ginásticas em benefício do exercício crítico da cidadania e da melhoria da qualidade de vida (BRASIL, 1998). Assim, ao oferecermos estas oficinas e vivências gratuitas trabalhamos os conteúdos da EF de forma diversificada, aplicada e direcionada ao público alvo desta pesquisa, incluindo também pessoas com deficiência



em contexto escolar, sem perder a especificidade e contextos próprios de nossa área de atuação profissional.

## **2 | A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E A FORMAÇÃO DOCENTE: GPT NA ESCOLA COMO ESPAÇO DE ATUAÇÃO E POSSIBILIDADE DE EXPERIÊNCIA DE FORMAÇÃO**

O projeto de extensão “Ginástica para Todos na Escola” objetivou proporcionar a criação coletiva de um amplo repertório cultural, além de incentivar a prática de atividades físicas regulares, supervisionadas por profissionais e educadores em contexto escolar. Nas intervenções, trabalhamos para que juntamente com as vivências realizadas fossem aprimoradas de maneira adequada e prazerosa as capacidades físicas (resistência, força, velocidade, agilidade, equilíbrio, flexibilidade e coordenação motora global e fina) dos participantes (figura 3).

A primeira etapa desse trabalho consistiu na apresentação do projeto piloto à equipe gestora, a fim de firmar parceria entre o projeto de extensão oferecido pela universidade e a instituição escolar. Após o aceite, confeccionamos as autorizações e os termos de assentimento e consentimento livre e esclarecido, contendo informações e descrições do que seria realizado no projeto. Os documentos foram entregues aos pais e alunos, para confirmar a adesão e participação nas atividades. Distribuímos mais de 100 documentos, além de divulgarmos a realização das atividades em 12 salas de aula. Em seguida, começamos o projeto propriamente dito, com os encontros semanais e as atividades planejadas.



Figura 3 – Alunos vivenciam coletivamente a criação de poses acrobáticas de forma livre e criativa. Exploração de movimentos e apoio técnico para evitar acidentes e lesões. Arquivo Pessoal: Marcos Gabriel Schuindt (2016).

## Os Participantes

Nosso grupo ginástico conta com cerca de 30 alunos, contendo meninos e meninas com ou sem deficiências, e de idades diversas (entre 12 a 17 anos de idade). Dentre os participantes, havia três com alguma condição de deficiência, sendo um aluno do 9º ano do Ensino Fundamental (anos finais) com deficiência física, um aluno do 1º ano do Ensino Médio com baixa visão e uma aluna do 3º ano do Ensino Médio com surdez severa.

As atividades ocorreram em contra turno escolar; ou seja, os alunos estudavam no período da manhã e noite, e as vivências gímnicas por sua vez, eram desenvolvidas no período da tarde, com dois encontros semanais de 120 minutos (2 horas). Vale destacar que três alunos do projeto, após as vivências, passaram a integrar nosso laboratório, colaborando como bolsistas em pesquisas de Iniciação Científica (IC), do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do CNPq, por dois anos consecutivos, fazendo registro das atividades, filmagens e arquivo de fotografias e registros de momentos do projeto.

## Características Estruturais da Pesquisa Aplicada

No projeto de extensão, a GPT surge como possibilidade de intervenção pedagógica além de ser uma das frentes de estímulo às práticas corporais, ocupação do tempo livre dos alunos e promoção da cultura corporal de movimento. Nas intervenções, sempre nos atentamos em articular e realizar atividades inclusivas, de modo a favorecer o processo ensino-aprendizagem, contemplando alunos com e sem deficiência no mesmo grupo, a fim de que as tarefas propostas possam inserir todos os alunos na cultura corporal de movimento e que estes, possam apropriar-se dos conteúdos por meio da realização de vivências que não sejam excludentes ou segregacionistas, com relação a nenhuma limitação e/ou restrição que o impeçam de participar (SCHUINDT; VENDITTI JUNIOR, 2016). Os alunos eram todos incentivados a mostrar suas potencialidades e superar suas limitações, dificuldades e restrições com a ajuda de todo o grupo e com auxílio e instruções técnicas ou pedagógicas dos monitores (figura 3, anterior).

## Método, Procedimentos e Conteúdos

A metodologia contempla o planejamento, elaboração e aplicação das atividades físicas, supervisionadas pelos docentes colaboradores e por discentes participantes do projeto, vinculados ao Laboratório de Atividade Motora Adaptado, Psicologia Aplicada e Pedagogia do Esporte – LAMAPPE/UNESP. Desenvolvemos conteúdos de Ginástica para Todos, pautando nossa intervenção em 11 temas escolhidos de forma conjunta entre orientador e monitores. As temáticas exploradas com os alunos



foram respectivamente: consciência corporal; criação de formas cênicas; danças e expressão corporal; deslocamento; ginástica acrobática; ginástica aeróbica; ginástica artística; ginástica rítmica; lutas; percepção espaço temporal; ritmo; saltos e confecção de materiais alternativos. Durante o período do projeto, os alunos exploraram toda sua criatividade ampliando sua bagagem e repertório motor amplo, trocando experiências e partilhando saberes e elementos advindos do universo da Ginástica.

Ainda no que cerne os conteúdos explorados, realizamos diversas manifestações corporais, como práticas do karatê, danças folclóricas, ginásticas de academias, aulas explorando possibilidades e realizações de saltos, saltitos, rolamentos, formação de figuras coletivas, acrobacias, movimentações no solo, formação de pirâmides, cambalhotas, equilíbrio estático e dinâmico, criação de materiais alternativos, ritmo, tempo e musicalidade e manipulação de objetos como corda, fita, bolas das demais modalidades esportivas, maças, arco etc.



Figura 4 – Alunos em aulas com a temática de poses acrobáticas, construindo elementos e recebendo instruções técnicas dos monitores envolvidos, com técnicas circenses, ginástica artística e elementos de jogos cooperativos. Arquivo Pessoal: Marcos Gabriel Schuindt (2016).

A evolução da didática e da metodologia da EF deve propiciar aos profissionais subsídios para uma atuação destinada ao atendimento pluralizado (figura 4), respeitando as limitações e valorizando as potencialidades de cada indivíduo (SCHUINDT, 2016). Conseguimos utilizar elementos básicos da ginástica e seus aparelhos ou materiais, que foram aprendidos no projeto, além de aplicados na finalidade de comporem a composição coreográfica para a demonstração final.

Além de desenvolvermos as capacidades físicas (resistência, força, velocidade, agilidade, equilíbrio, flexibilidade e coordenação motora global e fina) necessárias ao desempenho da Ginástica para Todos pelos alunos (SCHUINDT; VENDITTI JR, 2017), os alunos também vivenciaram atividades com princípios de participação e de demonstração, em que não existia a competição entre os participantes ou grupos de apresentação, valorizando os laços de socialização mútua (figura 4 e 5).

Por tratar-se de uma modalidade coletiva e inclusiva, por meio das ações do projeto, constantemente vivenciávamos e ressignificávamos o modelo conhecido por esporte participação, no qual TUBINO (2001) caracteriza como aquele, realizado com intuito de prazer lúdico e ocorrido no tempo livre. Neste sentido, consideramos nossa atuação como uma prática eficaz, no que diz respeito ao questionamento e reflexão crítica acerca do trecho destacado acima, uma vez que o projeto proporciona possibilidades de inclusão, espaço de lazer e satisfação através das oficinas dirigidas, integrando nas atividades regulares da modalidade as questões atitudinais e educacionais tais como: trabalho com valores humanos, cidadania, integração social e relacionamento comunitário, além da cooperação e socialização.



Figura 5 – Alunos em aulas com atividades em grupos e circuito de elementos de solo da ginástica, construindo elementos e recebendo instruções técnicas dos monitores envolvidos. Arquivo Pessoal: Marcos Gabriel Schuindt (2016).

### 3 | RESULTADOS – RELATOS E REFLEXÕES

A ginástica precisa ser tratada pedagogicamente, no sentido de proporcionar aos alunos a experimentação, compreensão, ressignificação, legitimação e construção de saberes que a evidencie como construção histórica, transformando-se continuamente até resultar nas diferentes modalidades existentes atualmente (SCHUINDT; VENDITTI JR, 2016).

Foram realizadas intervenções, planejamento participativo com os alunos com relação aos conteúdos a serem abordados, vivências das diversas modalidades ginásticas, ensaios e elaborações de apresentações para festivais internos e externos do grupo de participantes. Como resultados já efetivos no projeto de extensão referido, temos:

- Divulgação na cidade e comunidade, a respeito da GPT como modalidade pertencente às diversas manifestações da cultura corporal e suas possibilidades inclusivas no âmbito escolar. Importante frisar que temos aparecido na mídia local,

regional e nacional (TV Unesp e TV Record – ilustrado pela figura 06 abaixo), com reportagens do projeto e os resultados obtidos no contexto escolar;



Figura 6 – Equipe de TV realiza reportagem enaltecendo projeto de Ginástica na Escola Estadual, quadra poliesportiva da E.E. Prof. Ayrton Busch. Arquivo Pessoal: Marcos Gabriel Schuindt (2015).

- Formação de um grupo ginástico integrado (30 crianças e adolescentes, ambos os gêneros, com e sem deficiências, faixa etária de 12 a 17 anos), que desenvolve e apresenta as coreografias do projeto, participando em eventos e festivais da região e do estado de São Paulo;

- Espaço para complementação e formação profissional dos universitários envolvidos, em contato com o universo das possibilidades em GPT, atuantes em contexto escolar real: realização e aplicação de pesquisas e metodologias adaptadas, bem como elaboração de artigos e textos acadêmicos oriundos de nossas atividades e observações de campo (publicações e material bibliográfico, técnico e científico; participação em congressos científicos);

- Oficinas pedagógicas na rede pública estadual para apresentar a metodologia aos educadores (figura 7, a seguir);

- Destaque em diversas temáticas nas aulas: meio ambiente (preservação e comunidade escolar); coeducação, preconceitos (etnia, gênero e classe social); valores inclusivos e participativos, questões relacionadas à sexualidade e adolescência, resolução de conflitos e conteúdos atitudinais- todos enfatizando as questões dos valores humanos e respeito e convívio com a diversidade humana, estimulando o protagonismo juvenil e convívio com as diferenças;

- Participação e apresentação cultural em festivais com a apresentação dos produtos culturais (coreografias produzidas) oriundas do projeto (figura 7);





Figura 7 – Grupo Ginástico se apresenta no I Festival de Atividades Expressivas Inclusivas realizado na UNESP – Campus de Bauru. Arquivo Pessoal: Marcos Gabriel Schuindt (2016).

- Valorização da EF, sob a perspectiva da comunidade escolar; incentivo aos processos de socialização e troca de experiências entre os colaboradores.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o período de intervenção, verificou-se que o projeto contribuiu para o aprendizado e capacitação de todos envolvidos. A contextualização das diversas manifestações da Ginástica desde o princípio da formação escolar, respeitando-se o nível em que os alunos se encontravam; suas experiências, limitações e potencialidades, contribuíram para que os mesmos compreendam, inclusive, quando, onde, para que e de que forma elas devem ser praticadas.

A GPT é uma manifestação que vem sendo considerada apropriada para a escola, que tem como base seus fundamentos, utilizando materiais convencionais ou alternativos e enfatizando a cooperação e o caráter demonstrativo. Além é claro, de abranger um leque de possibilidades de suscitar no aluno a vontade de exercitar o corpo e interagir com seus movimentos (figura 8).



Figura 8—Aluno do projeto, em atividade de exploração e manipulação individual da fita (material tradicional da GR). Arquivo Pessoal: Marcos Gabriel Schuindt (2016).

Pois a ginástica artística, ginástica rítmica, ginástica acrobática e GPT com e sem aparelhos proporcionam o exercício desse corpo de forma livre e criativa, elementos esses facilitadores para se desenvolver o ensino da modalidade, como destacado no decorrer do texto. Deste modo, a partir das experiências oriundas deste projeto, acreditamos que este relato de experiência pode contribuir para a qualidade da formação dos graduandos e dos professores da rede de ensino, além de colaborar para uma melhor compreensão do papel de educador mediador de conhecimentos e das possibilidades da inclusão escolar, através do conteúdo da GPT, sua autenticidade e importância na cultura corporal de movimento.

Defendemos o ideal de que o educador deve propiciar no aluno durante a fase escolar, diversas vivências que possibilitem melhorar e ampliar o vocabulário motor e conhecer as várias possibilidades de conteúdos inseridos na GPT. A partir disso, o aluno terá a oportunidade de escolher a modalidade da qual mais se identificar, aderindo a sua prática, seja como lazer, esporte ou competição.

O projeto promoveu a apropriação dos conteúdos pertencentes à cultura corporal de movimento, contribuindo também para a interação social, a partir da participação da comunidade acadêmica e local, facilitada pelas modalidades que permitem o convívio com as diferenças e com a diversidade humana.

As atividades de GPT, por serem de cunho demonstrativo, não competitivo e por estimularem a participação e integração dos participantes podem ser uma interessante alternativa para transformações na comunidade local e no contexto escolar abordado. O projeto nos mostra a importância de se trabalhar os conteúdos além dos esportes tradicionais no ambiente educacional, explorando outras perspectivas e possibilidades, partindo da cooperação e vivências compartilhadas com a comunidade escolar. E estas possibilidades transcendem as questões dos saberes conceituais ou o processo histórico destes conteúdos, e passam a ser incorporados e vivenciados no dia-a-dia

da escola.

## REFERÊNCIAS

AYOUB, E. **Ginástica Geral e Educação Física escolar**. Campinas: Ed. Unicamp, 2003.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Educação Física / Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC SEF, 1998.

*COLETIVO DE AUTORES. Metodologia do Ensino de Educação Física*. Cortez, 1992.

DAOLIO, J. **Educação Física e o conceito de cultura**. Campinas, SP: Autores Associados, 2004

GRANER, L. **Expressão corporal como linguagem**. Monografia, UNICAMP, Fac. Ed. Física, 2001.

GUTIERREZ, G.L. **Lazer e prazer: questões metodológicas e alternativas políticas**. Campinas, SP: Autores Associados, 2001.

LOPES, S.F. **Dançando no escuro: Um método de ensino das atividades rítmicas e expressivas para pessoas com deficiência visual**. 2017. TCC (Graduação) - Curso de Educação Física, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Bauru, 2017.

PEREZ-GALLARDO, J.S.; SOUZA, E.P.M. **Ginástica Geral: duas visões de um fenômeno**. In: Textos e sínteses do I e II encontro de GG. Campinas: Unicamp, 1997.

SANTOS, J.C.E. **Uma visão objetiva da Ginástica Geral na atualidade brasileira**. In: FORUM BRASILEIRO DE GINÁSTICA GERAL. 1., Campinas, 1999. Anais... Campinas: UNICAMP: SESC, 2000. p. 24-28.

SCHUINDT, M.G. **A opinião das famílias sobre a Educação Física escolar**. 2016. TCC (Graduação) - Curso de Educação Física, Universidade Estadual Paulista - Unesp, Bauru, 2016.

SCHUINDT, M.G.; VENDITTI JR, R. **Atividades Expressivas Inclusivas: Um relato de experiência sobre o ensino da Ginástica para Todos no âmbito escolar**. Cadernos de Formação RBCE, v. 7, p. 55-68, 2016.

\_\_\_\_\_. **“Possibilidades na formação docente com a Ginástica para Todos: Vivências Expressivas Inclusivas**. In: XXIX Congresso de Iniciação Científica da UNESP, 2017, BAURU. Anais do XXIX Congresso de IC UNESP Bauru -SP: Editora UNESP, 2017.

TUBINO, M.G. **Dimensões sociais do Esporte**. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 2001.



## POTENCIAL ECONÔMICO DA MICROBIOTA AMAZÔNICA

### **Luiz Antonio de Oliveira**

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia,  
Manaus, AM;

### **Cassiane Minelli-Oliveira**

Universidade Federal do Amazonas, PPGBiotec,  
Manaus, AM

**RESUMO:** A biodiversidade da Amazônia tem despertado um grande interesse internacional, devido às necessidades por novos produtos de uso mundial. A microbiota amazônica, apesar de pouco conhecida, mostra-se bastante diversificada, podendo gerar novos bioprodutos de uso econômico, como antibióticos, enzimas, bem como simbioses com as plantas, capazes de aumentar a produção agroflorestal e sua sustentabilidade, diminuindo assim, a pressão de desmatamento de novas áreas de florestas, responsável pelo aumento do efeito estufa do planeta. Atualmente são conhecidas pelo homem moderno, cerca de 5500 enzimas, mas a diversidade pode ser muito superior a esse número, principalmente em regiões de alta diversidade biológica como a floresta amazônica. Com base no cálculo teórico de que cada espécie biológica contém pelo menos um componente químico único que a justifique como diferente de todas as outras e que são necessárias duas enzimas por espécie - uma para formar e outra para degradar esse

componente químico-, estima-se que o número de enzimas microbianas da Amazônia pode ultrapassar 10 milhões, apenas considerando o potencial regional de espécies de insetos. Portanto, os dados aqui apresentados sugerem que a microbiota amazônica apresenta uma alta diversidade e elevado potencial biotecnológico. Esse elevado potencial microbiano precisa ser melhor conhecido e pesquisado para que possa contribuir efetivamente para o desenvolvimento regional e nacional através do mercado mundial de enzimas e outros metabólitos de interesse econômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amilases, biorremediação, hormônios de crescimento, biotecnologia.

**ABSTRACT:** The biodiversity of Amazonia has aroused a great international interest, due to the needs for new products of worldwide use. The Amazonian microbiota, despite little known, is quite diversified, being able to generate new bioproducts of economic use, as antibiotics, enzymes, as well as present symbioses with the plants, capable of increasing the agroforestry production and its sustainability, thus reducing the pressure of deforestation of new forest areas, responsible for increasing the greenhouse effect of the planet. Nowadays they are known by the modern man, about 5500 enzymes, but the diversity can be much superior to this number, mainly in regions of high biological diversity like

in the Amazon forest. Based on the theoretical calculation that each biological species contains at least one unique chemical component that justifies it as different from all others and that two enzymes are needed per species - one to form and another to degrade this chemical component - it is estimated that the number of microbial enzymes in the Amazon can exceed 10 million, only considering the regional potential of insect species. Therefore, the data presented here suggest that the Amazonian microbiota presents a high diversity and high biotechnological potential. This high microbial potential needs to be better known and researched so that it can effectively contribute to regional and national development through the worldwide market for enzymes and other metabolites of economic interest.

**KEYWORDS:** Amylases, bioremediation, growth hormones, biotechnology.

## 1 | INTRODUÇÃO

A aplicação industrial de microrganismos, principalmente bactérias e fungos, é extremamente diversificada, proporcionando rendimentos astronômicos em diversas áreas do conhecimento humano. Bebidas alcoólicas, álcool combustível, laticínios, ácidos orgânicos, fármacos, antibióticos, enzimas, polímeros de aplicação industrial e nutracêuticos (aditivos alimentares, como amino ácidos, vitaminas) são exemplos de produtos de origem microbiana usados pelo ser humano. Microrganismos são também utilizados na formulação de inoculantes para uso industrial e agropecuário, bem como na degradação de compostos tóxicos em tratamentos de efluentes, para biorremediação ambiental e agrícola.

Aproximadamente 50.000 metabólitos secundários são produzidos pela microbiota mundial, com mais de 12.000 antibióticos identificados, dos quais, 22% são oriundos de fungos filamentosos, como as penicilinas, cefalosporina C, griseofulvina e ácido fusídico sintetizados por *Aspergillus*, *Penicillium* e *Cephalosporium* (CRUEGER e CRUEGER, 1990; PEARCE, 1997; MANFIO, 2003).

Os biocompostos, principalmente os provenientes dos fungos, podem transformar-se em promissores produtos bioativos entre os quais, os antibióticos, os redutores de colesterol, os antitumorais, antifúngicos, imunossupressores, antiprotozoários e enzimas (GOHRT e ZEECK, 1992; DEMAIN, 1999; NEWMAN et al., 2000; SOTERO-MARTINS et al., 2004; SILVA NEVES et al., 2006).

O mercado global de produtos microbianos em 2017 foi calculado em cerca de US\$ 170,5 bilhões e devido ao aumento de interesse nas áreas de saúde, energia, agricultura, meio ambiente e indústrias, pode atingir \$302,4 bilhões em 2023 (BCC RESEARCH LLC, 2018) com as enzimas representando cerca de \$ 4,5 bilhões em 2012, atingindo cerca de \$ 4,8 bilhões em 2013, podendo atingir cerca de \$7,1 bilhões em 2018 (BBC RESEARCH, 2014)

Atualmente são conhecidas cerca de 5500 enzimas (MOSS, 2017), mas a diversidade pode ser muito superior a esse número, principalmente em regiões de

alta diversidade biológica como na floresta amazônica. Considerando um total de espécies biológicas em torno de 8,7 milhões (SWEETLOVE, 2011), estima-se que o número de enzimas no planeta seja superior a 18 milhões, tendo como premissa, que cada uma tenha pelo menos um componente químico que seja único que a justifique como diferente de todas as outras. É possível encontrar mais de uma espécie com os mesmos componentes químicos, mas em proporções diferentes, como também, uma espécie que tenha não apenas um componente exclusivo, mas um grupo desses constituintes químicos. Para simplificação dos cálculos, vamos considerar que cada espécie é diferente das demais por conter apenas um componente químico diferente e que sejam necessárias duas enzimas únicas, uma para formar e outra para degradar esse componente químico, justificando, assim, a estimativa das quase 18 milhões de enzimas.

## 2 | POTENCIAL AMAZÔNICO

A Amazônia possui uma das maiores diversidades de plantas superiores do planeta (Zappi *et al.*, 2005) e a microbiota é dependente dessa diversidade de hospedeiros (BORNEMAN e TRIPLETT, 1997; KIM *et al.*, 2007; PAULA *et al.*, 2014). Em geral, uma diminuição da biodiversidade acima do solo (vegetação) resulta em uma diminuição da diversidade da microbiota do solo. Na Amazônia, as estimativas são de que contém entre 40 e 50 mil espécies de plantas superiores (ZAPPI *et al.*, 2005). O número estimado de espécies de artrópodes nas florestas tropicais varia entre 5 milhões a 10 milhões, embora algumas estimativas cheguem a 30 milhões (GASTON e SPICER 2004).

A maioria dos estudos com a microbiota visa avaliar seus genes funcionais, de interesse econômico e ecológico. A presença de enzimas como a celulase, hemicelulase, ligninase, fosfatase, nitrogenase, lipase, quitinase, pectinase são de interesse agrônomo e florestal, encontradas em microrganismos da região (HARA e OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2006 a,b, 2007; KIM *et al.*, 2007; PAULA *et al.*, 2014).

As enzimas degradadoras de resíduos vegetais, por exemplo, são muito importantes para a reciclagem dos nutrientes na floresta e em sistemas agroflorestais de valor econômico, uma vez que a mineralização da matéria orgânica no solo pode liberar os nutrientes essenciais para o desenvolvimento da vegetação. Mas também podem ser usadas para converter resíduos vegetais descartáveis em bioprodutos de valor econômico, como o álcool.

Com base na premissa de que cada espécie biológica tem pelo menos um componente químico único que a justifique como diferente de todas as outras do planeta, a diversidade amazônica pode ultrapassar 10 milhões de enzimas, levando-se em consideração apenas a diversidade de insetos, usando 5 milhões de espécies como referencial. O mesmo raciocínio seria feito para as plantas, estimando-se o

dobro de enzimas para as 40-50 mil espécies vegetais da Amazônia conforme citado por Zappi et al. (2005), bem como para todas as outras espécies regionais. Essas estimativas são muito superiores ao número de enzimas conhecidas pelo ser humano, cerca de 5500 conforme mencionado acima e citado por Moss (2017).

Além desse banco incalculável de enzimas, que podem enriquecer o mercado mundial gerando mais bioprodutos e mercado de trabalho, há ainda aqueles componentes da microbiota regional, como os antibióticos, necessários para agirem contra o aparecimento de patógenos resistentes aos antibióticos atuais (FISCHBACH e WALSH, 2009). Mais recentemente, pesquisas indicaram alguns produtos e enzimas de interesse econômico presentes em rizobactérias isoladas de ambientes amazônicos, como hormônios de crescimento vegetal, solubilização de fosfatos, amilases, proteases, lipases (OLIVEIRA et al., 2006 a,b; 2007), que poderiam servir de matéria prima para a instalação de bioindústrias na região.

As tabelas 1, 2, 3, 4 mostram alguns exemplos desse potencial da microbiota amazônica. Na tabela 1 se encontram os índices de solubilização de fosfato de cálcio de 17 isolados de rizóbios, observando-se que há uma diversidade muito grande dentro da população microbiana estudada (CHAGAS JR, 2007).

Algumas rizobactérias se comportaram como precoces, por iniciarem a solubilização em 3 dias de incubação, mas outras iniciaram a solubilização aos 6, 9, 12 ou 15 dias. Por outro lado, os índices de solubilização também variaram muito, com valores entre 1,08 e 5,15 ao final do experimento, segundo os critérios de Berraquero et al. (1976). De acordo com esses autores, o Índice de Solubilização (IS) é calculado dividindo-se o diâmetro do halo de solubilização pelo diâmetro da colônia da bactéria na placa de petri. A produção de ácido indol acético (AIA) é outro metabólito muito importante, principalmente para bactérias que ocorrem na rizosfera ou rizoplano das plantas (ANTOUN et al., 1998; HAMEED et al., 2004). A produção desses hormônios pode favorecer o crescimento radicular das plantas, aumentando o volume de solo ocupado pelas raízes, permitindo maiores absorções de água e nutrientes, essenciais para o desenvolvimento vegetal e produção agrícola principalmente nos solos de baixa fertilidade predominantes na Amazônia. Os dados mostrados na tabela 1 fazem parte de um estudo realizado com 92 isolados de rizóbios, indicando que todos eles produziram ácido indol acético (AIA) quando supridos com  $100 \text{ mg.L}^{-1}$  triptofano (CHAGAS JR, 2007) e que também houve uma variação muito grande entre eles quanto a essa capacidade. Essa variação pode ser vista claramente entre as 17 rizobactérias mostradas na Tabela 1, onde se observam valores de 15 até 642  $\mu\text{g}$  de AIA produzidos por mL.

Isolados	Início de Solub. (dias)	I.S. (Índice Solubilização)		pH do meio	Prod. AIA <sup>(1)</sup> ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ )
		Inicial (mm)	Final (mm)		
INPA R806	6	1,16 (baixo)	1,84 (baixo)	Acidificou	58 e
INPA R808	6	1,10 (baixo)	1,38 (baixo)	Não alterou	50 e
INPA R809	3	1,17 (baixo)	1,35 (baixo)	Acidificou	24 ef
INPA R813	3	1,52 (baixo)	5,15 (Alto)	Acidificou	139 c
INPA R814	15	1,12 (baixo)	1,12 (baixo)	Acidificou	212 b
INPA R815	12	1,08 (baixo)	1,08 (baixo)	Acidificou	642 a
INPA R839	3	1,47 (baixo)	2,57 (médio)	Acidificou	41 e
INPA R841	3	1,26 (baixo)	2,06 (médio)	Acidificou	29 ef
INPA R843	3	1,41 (baixo)	2,10 (médio)	Acidificou	15 f
INPA R851	3	1,40 (baixo)	1,51 (baixo)	Acidificou	139 c
INPA R852	6	1,19 (baixo)	1,27 (baixo)	Acidificou	81 d
INPA R869	3	1,23 (baixo)	1,93 (baixo)	Acidificou	56 e
INPA R871	6	0,20 (baixo)	1,33 (baixo)	Acidificou	51 e
INPA R892	3	1,13 (baixo)	1,13 (baixo)	Acidificou	225 b
INPA R894	6	1,07 (baixo)	2,36 (médio)	Não alterou	31 ef
INPA R896	9	1,25 (baixo)	1,46 (baixo)	Não alterou	117 c
INPA R839	3	1,47 (baixo)	2,57 (médio)	Acidificou	e

Tabela 1. Capacidade de solubilização de fosfato de cálcio e produção de hormônio de crescimento por isolados de rizóbio.

Fonte: Chagas Jr (2007). <sup>(1)</sup> Produção de Ácido Indol Acético (AIA) usando 100 mg de triptofano. L<sup>-1</sup>

Essa alta diversidade genética quanto à produção de metabólitos de importância econômica também pode ser vista quando se analisa as rizobactérias produtoras de amilases (Tabela 2). Observa-se que os diâmetros das colônias e dos halos de degradação variaram muito, resultando em Índices de Degradação do Amido (IDA), com valores entre 0,29 e 6,69.

Bactérias	Diâmetro (mm)				IDA (dh/dc)
	Halo (dh)		Colônia (dc)		
INPA R001	10,37	c	1,55	c	6,69
INPA R007	5,15	d	3,72	a	1,38
INPA R012	15,19	a	2,27	c	6,69
INPA R014	10,35	c	3,46	b	3,00
INPA R015	1,88	e	1,88	c	1,00
INPA R020	4,39	d	3,90	a	1,12
INPA R028	4,19	d	4,88	a	0,86
INPA R034	12,18	b	2,15	c	2,36
INPA R046	9,64	c	2,11	c	4,56
INPA R278	1,13	e	1,98	c	0,57
INPA R287	1,49	e	1,49	c	1,00
INPA R302	4,59	d	2,05	c	2,24
INPA R315	2,42	e	2,70	c	0,89
INPA R318	4,50	d	1,99	c	2,26
INPA R325	2,43	e	2,59	c	0,93

INPA R548	5,71	d	3,28	b	1,74
INPA R689	4,83	d	4,32	a	1,11
INPA R721	3,73	d	3,73	a	1,00
INPA R722	1,00	e	3,34	b	0,29
INPA R733	1,55	e	2,35	c	0,66
INPA R761	8,97	c	1,88	c	4,77
INPA R781	5,94	d	1,45	c	4,09
INPA R783	4,85	d	1,88	c	2,58
INPA R784	1,22	e	2,16	c	0,56
INPA R792	4,69	d	3,90	a	1,20
INPA R959	2,53	e	2,54	c	0,99
INPA R976	4,81	d	1,42	c	3,38
INPA R1001	4,71	d	3,03	b	1,55
INPA R1002	2,38	e	1,67	c	1,42
INPA R1005	1,78	e	1,63	c	1,09
INPA R1007	2,49	e	2,49	c	1,00
INPA R1060	3,21	e	2,99	b	1,07
INPA R1062	4,35	d	2,02	c	2,15
INPA R1065	4,90	d	1,48	c	3,31
INPA R1067	2,91	e	1,67	c	1,74
INPA R1068	2,02	e	2,02	c	1,00

Tabela 2. Índices de Degradação do Amido (IDA) apresentados pelas rizobactérias.

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Costa et al. (2017).

Essas altas variações são provenientes dos ambientes de onde foram isoladas, tendo em vista a grande extensão da Amazônia e as diversidades de solos, microclimas e vegetação. As tabelas 3 e 4 ilustram, de forma simplificada, essa grande diversificação de ambientes encontrada na região. Nelas se encontram os dados sobre as populações de microrganismos produtores de algumas enzimas encontradas em clareiras (denominadas de jazidas pelo pessoal da Petrobras) abertas na floresta amazônica para exploração de petróleo e gás natural e as encontradas nas florestas adjacentes a essas clareiras (PRADO, 2009), na Província Petrolífera de Urucu, município de Coari, Amazonas, onde a Petrobras extrai gás e petróleo. Observam-se nítidas diferenças nas populações de bactérias e fungos encontradas nas Jazidas, quando comparadas às encontradas nas suas florestas adjacentes, quanto às populações de microrganismos produtores de amilases e proteases (Tabela 3), quanto aos produtores de celulases e uréases (Tabela 4).

Solos	Bactérias amilolíticas	Fungos amilolíticos	Bactérias proteolíticas	Fungos proteolíticos
	----- 10 <sup>3</sup> . g <sup>-1</sup> de solo -----			
FN 05 (Floresta Nativa)	3,3	0,7	300	180,0
JAZ 05 (Jazida 05)	14,0	3,3	11	0,3



FN IMT-1 (Floresta Nativa)	0,7	6,6	53	20,0
JAZ IMT-1(Jazida IMT-1)	14,3	0,3	15	<0,1

Tabela 3 - População de bactérias e fungos amilolíticos e proteolíticos em solos de jazidas e floresta natural da região petrolífera de urucu.

Fonte: Prado (2009).

As populações de microrganismos produtores de amilases (Tabela 1) e de urease (Tabela 2) foram maiores na Jazida 05, enquanto que as de microrganismos produtores de proteases (Tabela 1) e celulasas (Tabela 2) foram maiores na floresta adjacente a essa jazida (FN 05). Ao se comparar os resultados obtidos na Jazida IMT-1 com os de sua floresta adjacente (FN IMT-1), observou-se o mesmo comportamento, exceto para os fungos amilolíticos, que apresentaram menor população na Jazida IMT-1 do que na floresta FN IMT-1 (Tabela 1) (PRADO, 2009).

Solos	Bactérias celulolíticas	Fungos celulolíticos	Bactérias ureolíticas	Fungos ureolíticos
	----- 10 <sup>3</sup> . g <sup>-1</sup> de solo -----			
FN 05 (Floresta Nativa)	257	23	97	60
JAZ 05 (Jazida 05)	21	1	457	700
FN IMT-1 (Floresta Nativa)	223	20	40	7
JAZ IMT-1(Jazida IMT-1)	19	2	2626	1433

Tabela 4 - População de bactérias e fungos celulíticos e ureolíticos em solos de jazidas e floresta natural da região petrolífera de urucu.

Fonte: Prado (2009).

Com a intensificação das atividades de exploração de petróleo e gás natural na região Norte e o transporte desses produtos e seus derivados (gasolina, óleo diesel, etc), torna-se importante avaliar também, a capacidade da microbiota amazônica em produzir enzimas biodegradadoras desses compostos orgânicos.

Os dados apresentados nas tabelas 5 e 6 ilustram bem, a ocorrência de bactérias presentes nos solos rizosféricos de florestas de urucu (município de Coari, Tabela 5) e de quatro espécies frutíferas da Comunidade Rural do Brasileirinho (município de Manaus, Tabela 6), capazes de degradar o petróleo extraído pela Petrobras em urucu. Observa-se em todas as amostras, que onde o solo foi enriquecido com petróleo, as populações dessas bactérias foram maiores aos sete dias de incubação e na maioria das vezes, também aos 14 e 21 dias quando comparadas com as populações das amostras onde não se adicionou o petróleo, indicando que essa população usou ambas as fontes de carbono do solo: a matéria orgânica e o petróleo (MARI, 2008).

Chama atenção nesses dados, o fato de que essas amostras de solos historicamente nunca entraram em contato com o petróleo ou seus derivados e por isso, pelo menos teoricamente, sua microbiota não seria capaz de degradar esse composto

orgânico tão rapidamente. Esperava-se que apenas um percentual muito pequeno da população microbiana seria capaz de degradar o petróleo e somente depois de um tempo maior, em torno de 21 dias, os resultados positivos seriam observados, e não com apenas 7 dias.

Solos/Tratamentos		Enriquecido *	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
			..... 10 <sup>6</sup> g <sup>-1</sup> solo .....			
SF1**	1	Não	25	207	195	1
	3	Sim	187	96	160	2
SF2**	4	Não	15	127	33	2
	6	Sim	200	97	402	1
SF3**	7	Não	24	152	35	2
	9	Sim	149	2600	247	5
SF4**	10	Não	14	21	97	3
	12	Sim	199	188	163	2

Tabela 5. Avaliação do crescimento de bactérias de solos rizosféricos de florestas de urucu com potencial para biodegradação de óleo diesel.

\* Enriquecido com petróleo. \*\* Solos de Florestas. Fonte: Mari (2008).

Solos/Espécies		Enriquecido*	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
			.....10 <sup>6</sup> g <sup>-1</sup> solo .....			
Cupuaçu ( <i>Theobroma grandiflorum</i> )		Não	19	11	2,6	1
		Sim	99	667	73,5	39,00
Graviola ( <i>Anona muricata</i> )		Não	2	13	0,02	≤0,01
		Sim	4700	1031	26,3	5,10
Camu-camu ( <i>Myrciaria dubia</i> )		Não	3	26	12,1	≤0,01
		Sim	5	138	64	30,00
Araçá-Boi ( <i>Eugenia stipitata</i> )		Não	9	14	8,6	13,80
		Sim	69	131	26,5	40,00

Tabela 6. Avaliação do crescimento de bactérias de solos rizosféricos da comunidade do Brasileirinho com potencial para biodegradação de óleo diesel.

\* Enriquecido ou não com petróleo. Fonte: Mari (2008).

A presença desses microrganismos nas rizosferas de ambientes nunca contaminados com petróleo e capazes de degradar esse componente é altamente promissor, pois as chances de serem patogênicos ao homem ou outros animais são extremamente baixas, pelas particularidades do ambiente rizosférico, onde predominam exsudatos radiculares excretados pelas plantas (BAIS et al., 2006).

Em outro estudo realizado com gramíneas, leguminosa (*Mucuna pruriens*)

e lacre (*Vismia guianensis*) na região de urucu, onde a Petrobras explora petróleo e gás natural, plantadas ao longo dos oleodutos da Província Petrolífera de Urucu (Base de Operações Geólogo Pedro de Moura), também observou-se a presença de microrganismos capazes de degradar petróleo (Tabela 7, LIMA, 2010).

Ao se analisar as populações microbianas nos solos (Tabela 7), observou-se que no período chuvoso, a quantidade de bactérias capazes de usar o petróleo foi bem maior na rizosfera de *B. humidicola*, ultrapassando  $4,0 \cdot 10^5$  UFC/g Solo e no período seco, foi a população presente na rizosfera de *B. decumbens*, que quase atingiu  $9,0 \cdot 10^8$  UFC/g Solo, ultrapassando as demais espécies de plantas nos dois períodos. Observou-se ainda, que os crescimentos das populações coletadas no período seco, na maioria das plantas (exceto no tratamento T7), foram maiores do que os observados da coleta no período chuvoso (LIMA, 2010). É possível que essa maior quantidade de bactérias nas rizosferas das plantas no período seco seja decorrente de uma maior concentração de exsudatos radiculares disponível nas raízes e que no período chuvoso fiquem diluídos.

Tratamentos	Solo rizosférico	Petróleo	Período chuvoso	Período seco
			..... $10^8$ g <sup>-1</sup> solo .....	
T1	<i>Vismia guianensis</i>	Ausente	1,93 h	3,93 f
T2	<i>Vismia guianensis</i>	Presente	2,33 g	5,83 b
T3	<i>Mucuna pruriens</i>	Ausente	2,53 f	4,56 e
T4	<i>Mucuna pruriens</i>	Presente	3,53 c	3,86 g
T5	<i>Brachiaria decumbens</i>	Ausente	3,70 b	5,40 c
T6	<i>Brachiaria decumbens</i>	Presente	3,40 d	8,93 a
T7	<i>Brachiaria humidicola</i>	Ausente	2,70 e	1,63 h
T8	<i>Brachiaria humidicola</i>	Presente	4,10 a	4,75 d

Tabela 7. População bacteriana nas rizosferas de plantas ao longo dos oleodutos da Província Petrolífera de Urucu, capazes de degradar petróleo.

Letras diferentes nas colunas indicam médias diferentes pelo teste de Tukey (5%). Fonte: Lima (2010).

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, os dados aqui apresentados sugerem que a microbiota amazônica apresenta uma alta diversidade e elevado potencial biotecnológico.

Esse elevado potencial microbiano precisa ser melhor conhecido e pesquisado para que possa contribuir efetivamente para o desenvolvimento regional e nacional através do mercado mundial de enzimas e outros metabólitos de interesse econômico.

### REFERÊNCIAS

ANTOUN, H.; BEAUCHAMP, C.J.; GOUSSARD, N.; CHABOT, R.; LALANDE, R. Potential of *Rhizobium* and *Bradyrhizobium* species as plant growth promoting rhizobacteria on nonlegumes:

Effect on radishes (*Raphanus sativus* L.). **Plant and Soil**, 204:57-67. 1998.

BAIS, H.P.; WEIR, T.L.; PERRY, L.G.; GILROY, S.; VIVANCO, J.M. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. **Annu. Rev. Plant Biol.** 57:233–66. 2006.

BBC RESEARCH. In Report BIO030F - **Enzymes in Industrial Applications: Global Markets**. 2014. <https://www.bccresearch.com/market-research/biotechnology/enzymes-industrial-applications-bio030h.html>

BCC Research LCC 2018. The Global Market for Microbial Products to Reach \$302.4 Billion by 2023. [https://www.bccresearch.com/pressroom/bio/the-global-market-for-microbial-products-to-reach-\\$3024-billion-by-2023](https://www.bccresearch.com/pressroom/bio/the-global-market-for-microbial-products-to-reach-$3024-billion-by-2023) Acessado em 17/02/2019

BERRAQUERO, F.R.; BAYA, A.M.; CORMENZANA, A.R. Establecimiento de índices para el estudio de la solubilización de fosfatos por bacterias del suelo. **Ars. Farmacéutica**, 17(4):399-406. 1976.

BORNEMAN, J.; TRIPLETT, E.W. Molecular microbial diversity in soils from Eastern Amazonia: Evidence for unusual microorganisms and microbial population shifts associated with deforestation. **Applied Environ. Microbiol.** 63(7):2647-2653. 1997.

CHAGAS JÚNIOR, A.F. **Características agrônomicas e ecológicas de rizóbios isolados de solos ácidos e de baixa fertilidade da Amazônia**. Tese de Doutorado em Biotecnologia. Universidade Federal do Amazonas. 2007. 172p.

COSTA S.C.F.C., MENEZES N.C., MINELLI-OLIVEIRA C., OLIVEIRA L.A. Produção de amilases por rizobactérias em meio contendo farinha da babaçu. *In*: OLIVEIRA, L.A.; BENTES, J.L.S.; JESUS, M.A.; ROCHA, L.C.; FERNANDES, O.C.; SOUZA, A.Q.L.; ANDRADE, S.L. **Diversidade Microbiana da Amazônia**. vol. 2, 2017. Editora INPA. p.115-123.

CRUEGER, W.; CRUEGER, A. **Biotechnology: A textbook of industrial microbiology**. 2.nd ed. Sunderland: Sinauer Associates. 1990.

DEMAIN, A. L. Pharmaceutically active secondary metabolites of microorganisms. **Appl. Microbiol. Biotechnol.**, 52:455-483. 1999.

FISCHBACH, M.A.; WALSH, C.T. Antibiotics for emerging pathogens. **Science**, 325:1089-1093. 2009.

GASTON, K.J.; SPICER, J.I. **Biodiversity: An Introduction** (Second Edition), 191 p., Blackwell Publishing, Oxford, UK. 2004.

GÖHRT, A. ; ZEECK, A. Secondary metabolites by chemical screening. 9 Decarestricts, a new family of inhibitors of cholesterol biosynthesis from *Penicillium*. **J. Antibiot**, 45:56-65. 1992.

HARA, FAS; OLIVEIRA, LA. Características fisiológicas e ecológicas de isolados de rizóbios oriundos de solos ácidos de Iranduba, Amazonas. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, 40(7):667-672. 2005.

KIM, J.S.; SPAROVEK, G.; LONGO, R.M.; MEÇP, W.J.; CROWLEY, D. Bacterial diversity and pristine forest soil forest from Western Amazon. **Soil Biol. Biochem.**, 39:684-690. 2007.

LIMA, D.C.R. **Microorganismos degradadores de petróleo isolados de solos rizosféricos da Província Petrolífera de Urucu, Coari, Amazonas**. Dissertação de mestrado em Biotecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, 73p. 2010.

MANFIO, G.P. **Biodiversidade : Perspectivas e oportunidades tecnológicas. Microorganismos e aplicações industriais**. Base de Dados Tropical. Disponível em: <http://www.bdt.fat.org.br> . Acesso em 31 jan 2003.

MOSS, G.P. **Enzyme Nomenclature. Recommendations of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology on the nomenclature and classification of enzymes by the reactions they catalyze.** <http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/index.html> (acessado em 02/05/2017). 2017.

NEWMAN, D. J.; CRAGG, G. M.; SNADER, K. M. The influence of natural products upon drug discovery. **Nat. Prod. Rep.** 17:215-234. 2000.

OLIVEIRA, AN; OLIVEIRA, LA. Seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizal fungi in plants of *Theobroma grandiflorum* Schum and *Paullinia cupana* Mart of an Agroforestry system in Central Amazonia, Amazonas State, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**, 36:262-270. 2005.

OLIVEIRA, AN; OLIVEIRA, LA; ANDRADE, JS; CHAGAS JÚNIOR, AF. Atividade enzimática de isolados de rizóbia nativos da Amazônia Central crescendo em diferentes níveis de acidez. **Ciênc. Technol. Aliment.**, 26(1):204-210. 2006a.

Oliveira, AN; Oliveira, LA; Andrade, JS. 2006b. Enzimas hidrolíticas extracelulares de isolados de rizóbia nativos da Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 26(4): 853-860.

OLIVEIRA, AN, OLIVEIRA, LA, ANDRADE, J.S. Produção de amilase por rizóbios, usando farinha de pupunha como substrato. **Ciênc. Technol. Aliment.** 2007, 27: 61-66. 2007.

PAULA, F.S.; RODRIGUES, J.L.M.; ZHOU, J.; WU, L.; MUELLER, R.C.; MIRZA, B.S.; BOHANNAN, B.J.M.; NUSSLEIN, K.; DENG, Y.; TIEDJE, J.M.; PELLIZARI, V.H. Land use change alters functional gene diversity, composition and abundance in Amazon forest soil microbial communities. **Molecular Biology**, <https://doi.org/10.1111/mec.12786>, 2014.

PEARCE, C. Biologically active fungal metabolites. **Adv. Appl. Microbiol.**, 44:1-80. 1997,

PRADO, K.L.L. **Microrganismos produtores de amilase, celulase, fostase, lípase, protease e urease nos solos amazônicos do ramal do Brasileirinho (Manaus) e de urucu (Coari).** Dissertação de mestrado em Biotecnologia, Universidade do Estado do Amazonas, 70p. 2009.

SILVA NEVES, K.C.; PORTO, A.L.; TEIXEIRA, M.F.S. Seleção de Leveduras da Região Amazônica para Produção de protease Extracelular. **Acta Amazonica**, 36 (3): 299-306. 2006.

SOTERO-MARTINS, A. ; BON, E. P. S.; CARVAJAL, E. Asparaginase II-Gep fusion as a Tool for studying the secretion of the enzyme under nitrogen starvation. **J. Microbiol.**, 34: 373-377. 2004.

SWEETLOVE, L. Number of species on Earth tagged at 8.7 million. **Nature**, doi:10.1038/news.2011.498. 2011.

ZAPPI, D.C.; FILARDI, F.L.R.; LEITMAN, P.; SOUZA, V.C.; WALTER, B.M.T.; PIRANI, J.R.; MORIM, M.P.; QUEIROZ, L.P.; CAVALCANTI, T.B.; MANSANO, V.F.; FORZZA, R.C. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguesia** 66(4): 1085-1113. <http://rodriguesia.jbrj.gov.br> DOI: 10.1590/2175-7860201566411. 2015.

## USO DE MAPA CONCEITUAL PARA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

### **Angela Antunes**

Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento de Ciências Exatas e da Terra - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI-Campus de Erechim-RS. Avenida sete de setembro nº 1621- Erechim-RS.

### **Aline Matuella M. Ficanha**

Curso de Engenharia da Produção, Departamento de Ciências Exatas e da Terra – Centro de Ensino Riograndense – Campus de Marau. Avenida Julio Borela nº 1968 – Marau – RS.

### **Ana Sara Castaman**

Curso de Formação Pedagógica de Docentes para a Educação Básica Profissional- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS- Campus Sertão- RS. Rodovia RS 135, Km 25 - Distrito Eng. Luiz Englert, Sertão – RS.

### **Rúbia Mores**

Curso de Farmácia – Universidade do Contestado – UnC – Campus de Concórdia. Rua Victor Sopelsa, 3000, Bairro Salete, Concórdia – SC.  
Curso de Agronomia – Faculdade de Concórdia – FACC. Rua Anita Garibaldi, 3185 - Bairro Primavera, Concórdia – SC.

### **Luciana Dornelles Venquiaruto**

Curso de Química Industrial, Departamento de Ciências Exatas e da Terra - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI-Campus de Erechim-RS. Avenida sete de setembro nº 1621- Erechim-RS.

### **Rogério Marcos Dallago**

Curso de Química Industrial, Departamento

de Ciências Exatas e da Terra - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI-Campus de Erechim-RS. Avenida sete de setembro nº 1621- Erechim-RS.

**RESUMO:** Como consequência das dificuldades dos alunos relacionadas aos conceitos de maior abstração de química, utilizou-se, no presente trabalho, a concepção de aprendizagem com o auxílio de mapas conceituais. Estes são diagramas bidimensionais, cujo objetivo é representar as relações entre os conceitos, por meio de proposições, em um determinado tópico. Este método pode ser utilizado como estratégias de ensino, avaliação, estudo, entre outros. Como forma de avaliação da aprendizagem dos conceitos de química, utilizou-se à elaboração de mapas conceituais. Para a análise dos mapas conceituais utilizou-se os critérios como número de conceitos válidos, ligações, proposições, conceitos novos, hierarquia, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa e coerência. Os resultados evidenciaram que ao construir seus mapas conceituais os alunos conseguiram desenvolver a competência. Desta forma, é uma ferramenta de trabalho para o professor da área da química, para desenvolver práticas avaliativas comprometidas em aprender os processos de aprendizagem dos alunos.



**PALAVRAS-CHAVE:** aprendizagem, prática docente, estudo de química.

**ABSTRACT:** As a consequence of the difficulties of the students related to the concepts of greater abstraction of chemistry, in the present work, the concept of learning with the aid of conceptual maps was used. These are two-dimensional diagrams, whose purpose is to represent the relationships between concepts, through propositions, in a given topic. This method can be used as teaching strategies, evaluation, study, among others. As a way of evaluating the learning of the concepts of chemistry, we used conceptual mapping. For the analysis of conceptual maps, the criteria were used as number of valid concepts, links, propositions, new concepts, hierarchy, progressive differentiation, integrative reconciliation and coherence. The results showed that in constructing their conceptual maps students were able to develop competence. In this way, it is a working tool for the chemistry teacher, to develop evaluative practices committed to learning the students' learning processes.

**KEYWORDS:** learning, teaching practice, chemistry study.

## 1 | INTRODUÇÃO

A teoria que está por trás da metodologia de mapa conceitual é a teoria cognitiva de aprendizagem de David Ausubel, porém, foi uma técnica desenvolvida por Novak e Gowin (1984).

Em um sentido amplo, os mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos incluídos numa estrutura hierárquica de proposições. O uso de mapas conceituais, para Novak (2000), são representações gráficas semelhantes a diagramas que procuram refletir a organização conceitual que está na estrutura cognitiva ou de significado pelas quais os estudantes percebem e processam experiências. Além disso, possibilita revelar os conteúdos conceituais de um tema, unidade ou disciplina e suas relações por meio de uma representação gráfica que expressa a relação entre a lógica do conteúdo e a lógica psicológica dos estudantes que constroem o mapa.

É uma ferramenta para trabalhar as linguagens gráfica, oral e escrita quando se organiza a aprendizagem como um processo de negociação de sentidos tendo como referência o conteúdo da disciplina. Nesse processo, a predisposição afetiva dos estudantes é uma condição necessária (SILVA e NÚÑEZ).

Segundo Faria (1995), um conceito pode ser classificado como objeto, evento, situação ou propriedade que é designado por algum símbolo, mais precisamente uma palavra com significado genérico. Os conceitos estão normalmente contidos dentro de círculos, retângulos ou outros símbolos, e as proposições constam de dois ou mais conceitos unidos por palavras de enlace, formando uma unidade semântica (MOREIRA e MASINI, 1982).

Para Moreira (2010), mapas conceituais podem seguir um modelo hierárquico no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa)

e conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Mas este é apenas um modelo, mapas conceituais não precisam necessariamente ter este tipo de hierarquia. Por outro lado, sempre deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não obrigatoriamente.

Os mapas conceituais são úteis de diversas maneiras no ambiente escolar: para os estudantes, auxilia na compreensão de conceitos, organização e integração do conteúdo e desenvolvimento da capacidade do uso de diferentes linguagens. Para professores, auxiliam na avaliação da compreensão dos estudantes, pois passam uma imagem geral, integral dos conteúdos e ajudam na visualização dos conceitos e suas relações, facilitando, assim, o ensino (MENDONÇA et al., 2007).

Embora geralmente representem a hierarquia dos conceitos, não existem regras rígidas para a sua construção. Contudo, alguns princípios devem ser seguidos, como: identificação e seleção dos conceitos ou ideias chave, estando os conceitos mais inclusivos no topo do mapa ou em posição mais prevalente e os mais específicos mais abaixo; estabelecimento de relação entre conceitos por meio de linhas de ligação formando proposições; ordenação sequencial lógica entre elas formando uma unidade semântica (YANO, 2012).

Portanto, o uso de mapas conceituais como instrumentos de avaliação implica uma postura que, para muitos, difere da usual. O de uso dos mapas conceituais está relacionado na avaliação da aprendizagem. Avaliação não com o objetivo de testar conhecimento e dar uma nota ao aluno, a fim de classificá-lo de alguma maneira, mas no sentido de obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê para um dado conjunto de conceitos. Para isso, pode-se solicitar ao aluno que construa o mapa ou este pode ser obtido indiretamente através de suas respostas a testes escritos ou orais (MOREIRA e NOVAK, 1987).

Testes tradicionais só conseguem cobrir uma pequena parcela de todo conhecimento objetivado pela instrução. E pior, eles não dão nenhuma possibilidade ao aprendiz de mostrar como organizou e construiu seu conhecimento. Além disso, para um grupo de estudantes que tenham acertado as mesmas questões, fica impossível determinar o conhecimento relativo de cada um, isto é, quem sabe mais ou menos sobre o assunto em foco. Testes que requerem apenas lembrança ou reconhecimento de informação bem específica podem ser adequados à avaliação da aprendizagem mecânica, mas falham quando as estruturas cognitivas do aprendiz foram modificadas. E são exatamente essas modificações que influenciam na aprendizagem futura, na resolução de problema e na criatividade (NOVA, 1998).

Trabalhar com mapas conceituais pode representar um caminho para práticas docentes, pelos avanços e conquistas no percurso de aprender, ensinar e formar, além de representar instrumentos importantes no monitoramento das situações de aprendizagem, favorecendo uma prática docente centrada na mediação pedagógica.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi utilizar a metodologia de mapas conceituais para ensino de química.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Desenvolvimento do mapa conceitual

Para o desenvolvimento do mapa conceitual, inicialmente foi trabalhado o conteúdo de química de 3 aulas (estrutura atômica, propriedades periódicas dos elementos químicos e ligações químicas). Após foi explicado aos alunos a atividade de elaboração dos mapas conceituais. As atividades foram planejadas baseados no conteúdo trabalhado durante as aulas conforme apresentado na Figura 1.

De acordo com Ontória et al. (1994) e Ross (2000) a construção de um mapa conceitual possui alguns pontos a serem seguidos. Desta forma, juntamente com os estudantes, explicou-se os seguintes passos para o desenvolvimento do mapa:

- Identificar os pontos chaves em uma lista do conteúdo do tema estudado;
- Ordenar os conceitos, mais gerais no topo do mapa e após ir adicionando os demais conceitos para completar o diagrama;
- Estabelecer relações entre conceitos por meio de linhas, na qual as palavras devem ter relação entre os conceitos. As setas devem ser usadas quando quer-se dar sentido a relação;
- Evitar palavras que indiquem relações triviais;
- Exemplos podem ser utilizados, abaixo dos conceitos correspondentes;
- Analisar o impacto visual do mapa fazendo as correções necessárias.

Não há necessidade de se preocupar com “começo, meio e fim”, o mapa conceitual é estrutural, não sequencial. O mapa deve refletir a estrutura conceitual hierárquica do que está mapeado.

É importante a discussão dos mapas, questionar a localização de certos conceitos, a inclusão de alguns que não lhe parecem importantes, a omissão de outros que você julga fundamentais. O mapa conceitual é um bom instrumento para compartilhar, trocar e “negociar” significados.

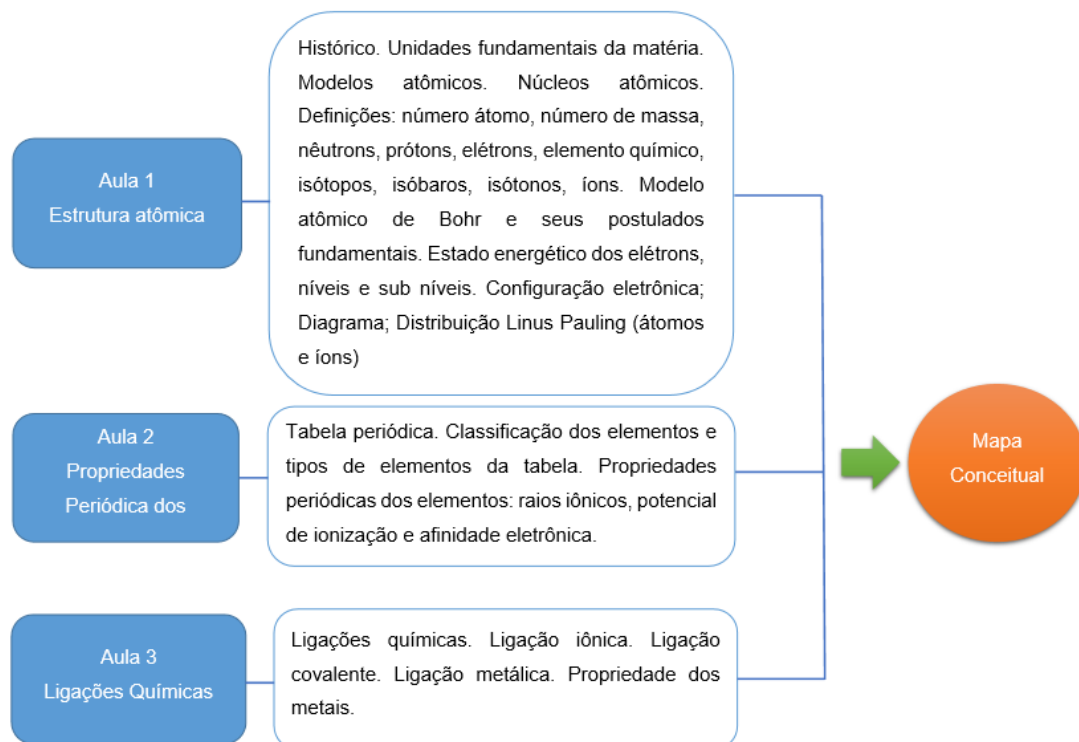


Figura 1: Conteúdo trabalhado nas aulas de química

## 2.2 Análise dos mapas conceituais construídos pelos alunos

Escolher uma ferramenta de avaliação é um grande desafio para professores devido a diversidade de objetivos de aprendizagem, a diversidade de aspectos que evidenciam a aprendizagem, a diversidade de ferramentas e recursos disponíveis, e os vários aspectos a serem avaliados (TURN et al., 2000). O uso de mapas conceituais como ferramentas de avaliação requer a consideração de duas questões: como os mapas serão construídos e como serão interpretados. Pois, os mapas conceituais possuem característica individual, pois, os alunos não apresentam a organização do conhecimento estruturada exatamente da mesma forma.

Ao contrário, eles apresentam suas concepções sobre um mesmo assunto de formas distintas. Desta forma, as representações de suas ideias em seus mapas conceituais ficam evidente ao professor, a qualidade do aprendizado do aluno, suas dúvidas, lacunas e erros conceituais, permitindo ao professor, assim, avaliar o que o aluno aprendeu referente ao conteúdo estudado para esse fim (TAVARES, 2007).

Para fazer a avaliação dos mapas conceituais foram utilizadas categorias baseadas em Trindade e Hartwig (2012), e os critérios para observação e avaliação dos mapas são apresentados na Tabela 1.

Categorias	Descrição dos critérios
Conceitos	O mapa tem pelo menos 50% dos conceitos básicos estudados?
Criatividade e novos conceitos	Há criatividade na elaboração do mapa? Há conceito novo relevante para o assunto em questão?
Ligações entre conceitos	Quantas ligações há entre os conceitos?

Palavra de ligação	As palavras/frase de ligação fazem sentido lógico com conceitos a qual se ligam?
Exemplos	O mapa apresenta exemplos apropriados para o assunto em questão?
Proposições (conceito-palavra de ligação-conceito)	O mapa tem pelo menos 50% da quantidade de proposições válidas do mapa de referência? As proposições têm significado lógico? As conexões estão de acordo com o que é cientificamente aceito?
Hierarquia	Os mapas apresentam ordenação sucessiva dos conceitos?
Diferenciação Progressiva	É possível identificar os conceitos mais gerais e os mais específicos?
Reconciliação Integrativa	Há relações cruzadas ou transversais entre conceitos pertencentes a diferentes partes do mapa?
Clareza, estética, símbolos geométricos (caixas, círculos)	O mapa é legível e de fácil leitura? Existe clareza de leitura do mapa para o leitor? O mapa é legível? Todos os conceitos aparecem dentro de caixas?

Tabela 1: Critérios para observação e avaliação dos mapas conceituais

Para propósitos de avaliação, foi analisado as categorias acima e avaliado a partir das representações explícitas do seu entendimento a respeito do conteúdo trabalhado e a comparação do entendimento de todos ou alunos.

Não se pode considerar que um mapa conceitual seja a representação completa dos conceitos e proposições relevantes que o estudante conhece, mas é uma aproximação com a qual pode-se trabalhar a avaliação.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse tipo de aprendizagem, em maior ou menor grau, foi percebido na confecção de 1 mapa de cada um dos 18 alunos. Ao identificarem conceitos ou palavras-chave e estabelecerem relações, significados entre esses conceitos, os alunos mobilizam diferentes subsunções em sua estrutura cognitiva, de forma não arbitrária e não substantiva, facilitando à assimilação e conseqüentemente a aprendizagem do conteúdo proposto. A fim de demonstração do mapa conceitual obtido, foram selecionados quatro exemplos conforme pode ser observado nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

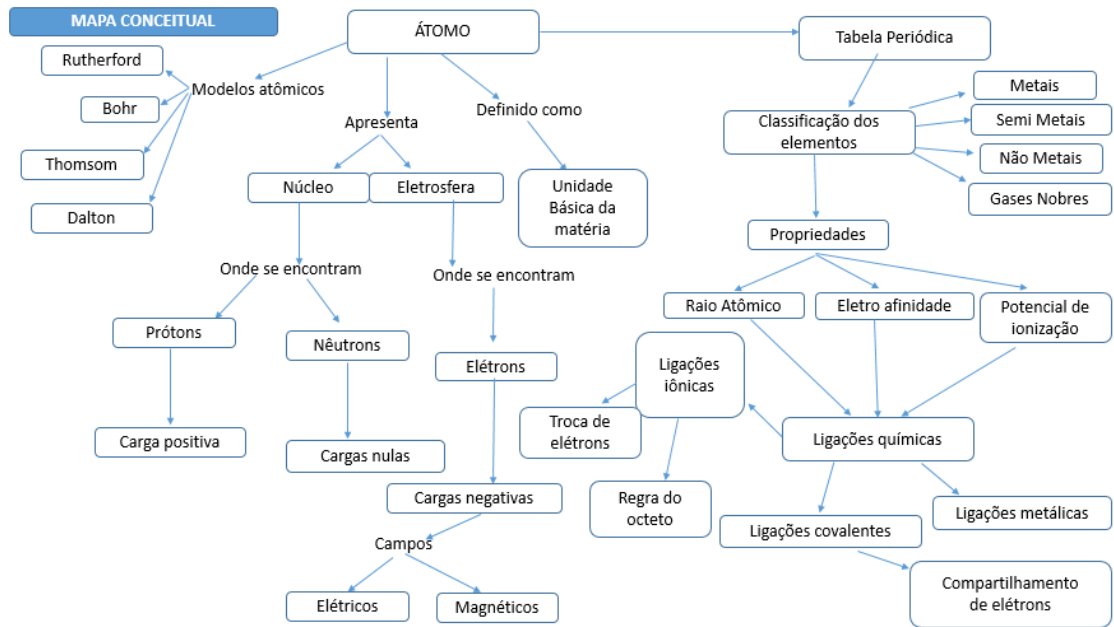


Figura 2: Mapa conceitual Aluno 1

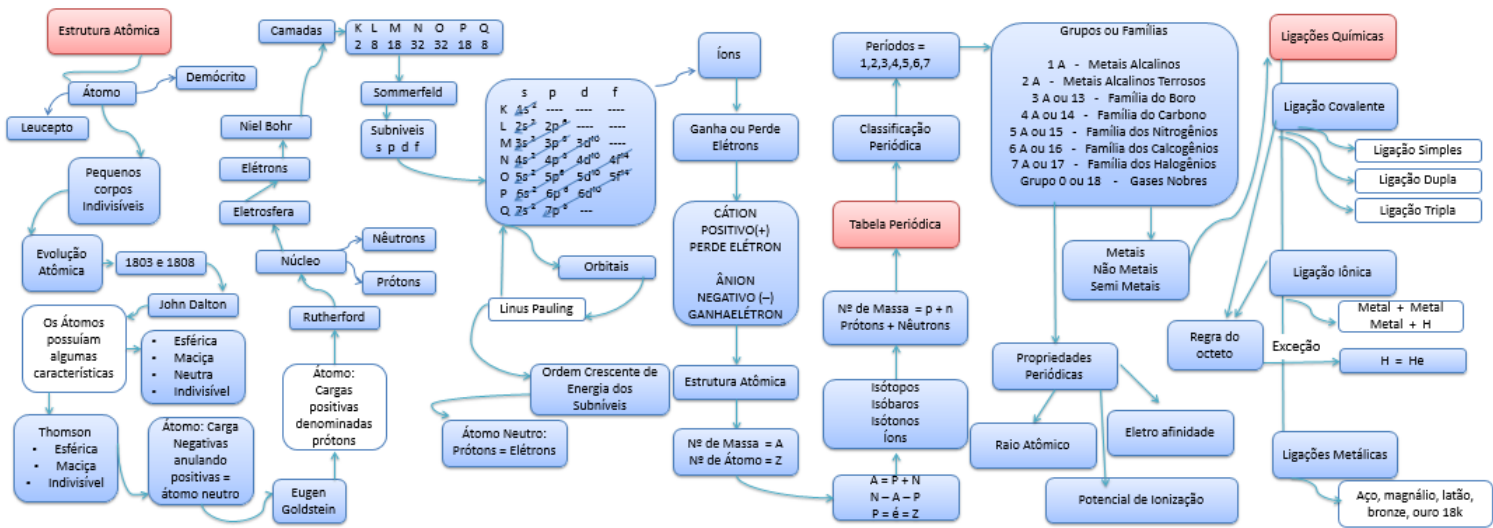


Figura 3: Mapa conceitual Aluno 2





Figura 4: Mapa conceitual Aluno 3

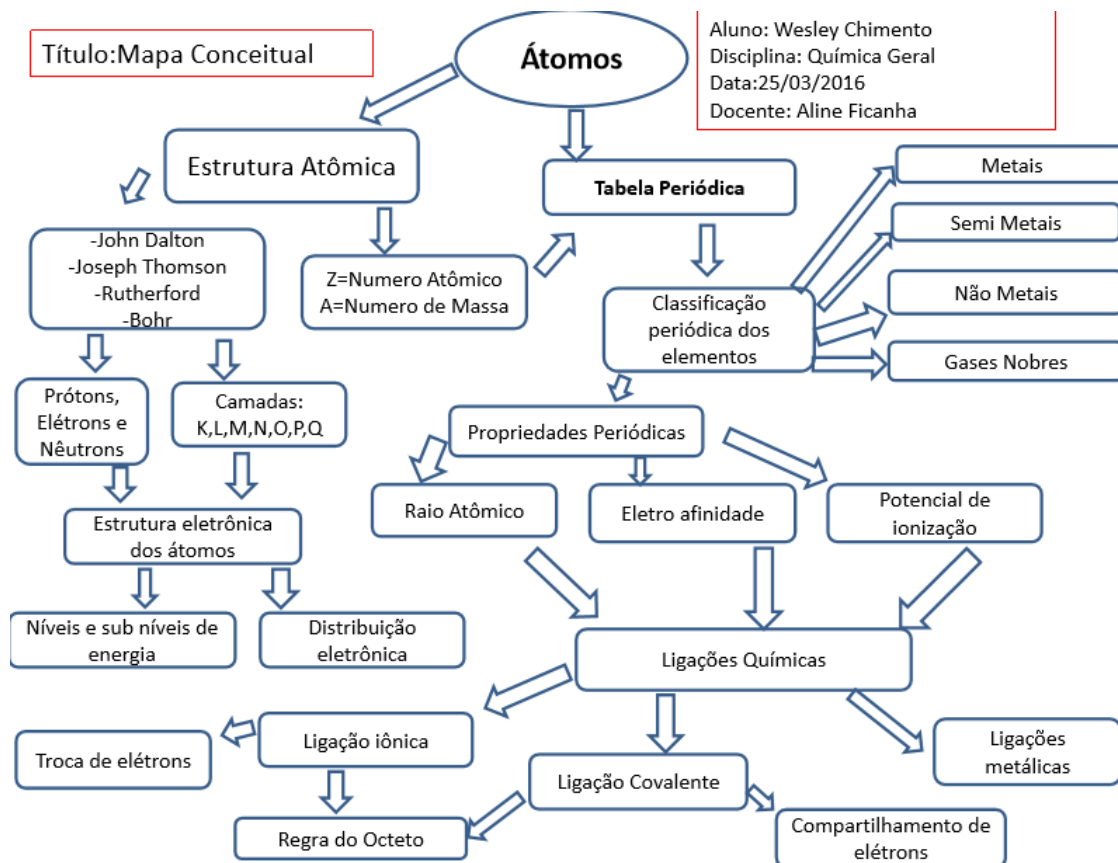


Figura 5: Mapa conceitual Aluno 4

Com os exemplos citados acima, os mapas são representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e, como tal, provavelmente facilitam a aprendizagem dessas estruturas. De maneira análoga, observa-se que mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em um curso inteiro.

Embora muitos autores abordem o uso de mapas como instrumentos didáticos de avaliação e de análise do conteúdo, podem também servir de auxiliares na avaliação quando são usados como termo de comparação com mapas traçados pelos alunos ou quando são usados como referencial para a elaboração de provas (MOREIRA, 2006).

Segundo Ausubel et al. (1980), a estrutura cognitiva é organizada de forma hierárquica, onde os conceitos mais inclusivos encontram-se no topo e na base, os menos inclusivos. Nesse processo, o pensamento fortalece-se pelo uso de diferentes tipos de linguagens, pois, os mapas conceituais podem contribuir para a aprendizagem, à medida que se toma consciência do “conhecimento do conhecimento”, ou seja, saber que instrumentos utilizar para aprender os processos de construção dos mapas como organizar, classificar, associar, estabelecer relações, reestruturar, comparar, identificar os conceitos estudados anteriormente.

Os resultados obtidos demonstram que esse método é útil como ferramentas para organizar e comunicar conhecimentos em diferentes momentos ou seja, o mapa conceitual pode ser utilizado pelo docente para introduzir conteúdos, realizar novas sínteses ou como instrumento de avaliação diagnóstica dos conhecimentos prévios

(STENSVOLD e WILSON, 1990). Podem também ser elaborados pelos alunos, o que permite acompanhar o processo de ensino-aprendizagem e realizar uma avaliação formativa no âmbito individual e coletivo (CAÑAS et al., 2004).

Cabe salientar que os mapas conceituais são dinâmicos, estão constantemente mudando no curso da aprendizagem significativa. Se a aprendizagem é significativa, a estrutura cognitiva está constantemente se reorganizando por diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e, em consequência, mapas traçados hoje serão diferentes amanhã (MOREIRA, 2010). Isto justifica-se, pois, à medida que muda a compreensão sobre as relações entre os conceitos, ou à medida que se aprende, o mapa também muda. Um mapa conceitual é um instrumento dinâmico, refletindo a compreensão de quem o faz no momento em que o faz.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mapas conceituais quando utilizados como estratégia de interpretação de conteúdos em atividades nas aulas de Química vêm a corroborar com a aprendizagem, tanto por desenvolver a competência de síntese, além de rever conteúdos e conceitos já estudados. Foi possível verificar que os objetivos propostos foram atingidos, ou seja, o mapa conceitual mostrou ser eficaz como ferramenta que auxilia e facilita a compreensão e interpretação do conteúdo trabalhado e, além disso, essa metodologia é capaz de desenvolver no estudante a capacidade de organização, estruturação do conhecimento de forma não linear e não literal.

#### REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Trad. E. Nick. Rio de Janeiro: Editora Interamericana Ltda. 1980.

CAÑAS, A. J.; FORD, K. M.; HAYES, P. J.; REICHHERZER, T.; SURİ, N.; COFFEY, J.; CARFF, R.; HILL, G. **Colaboración en la construcción de conocimiento mediante mapas conceptuales**. Disponível em < <http://www.ihmc.us/users/acanas/ColabCon.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2016.

FARIA, W. **Mapas conceituais, aplicações ao ensino, currículo e avaliação**. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda, 1995.

MENDONÇA, C. A. S.; SILVA, A. M.; PALMERO, M. L. R. Uma experiência com mapas conceituais na educação fundamental em uma escola pública municipal. **Experiências em Ensino de Ciências**, vol. 2 (2), p. 37-56. 2007

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa. **Ciência & Cultura**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 474-479, 1980.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora. 2010.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 2006.

- MOREIRA, M. A., MASINI, E. S. F. **Aprendizagem significativa, a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes Ltda., 1982.
- MOREIRA, M. A.; NOVAK, J. D. Investigación en enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: sistemas de referencia teóricos, cuestiones foco y abordos metodológicos. **Enseñanza de las Ciencias**, vol. 6(1), p. 3-18, 1987.
- NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa: Plátano, 2000.
- NOVAK, J. D., GOWIN, D. **Learning how to learn**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.
- ONTÓRIA, A. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. Lisboa: Edições Asas, 1994.
- ONTORIA, A.; BALLESTEROS, A.; CUEVAS, C.; GIRALDO, L.; MARTÍN, I.; MOLINA, A.; RODRÍGUEZ, A. e VÉLEZ, U. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. São Paulo: Loyola, 2005. 238 p.
- ROSS, O. H. **¿Cómo elaborar mapas conceptuales en el aula?** Lima: Escuela Viva, 2000
- SILVA, M. G. L. DA, NÚÑEZ, I. B. **Os mapas conceituais e a aprendizagem de conceitos**. Controle da edição de materiais - SEDIS/UFRN, 2007.
- STENSVOLD, M. S.; WILSON, J. T. The interaction of verbal ability with concept mapping in learning from a chemistry laboratory activity. **Science Education**, Hoboken, New Jersey, v. 74, n. 4, p. 473-489, 1990.
- TAVARES, R. Construindo Mapas Conceituais. **Ciência & Cognição**. v.12, p. 72-85, 2007.
- TRINDADE, J. O.; HARTWIG, D. R. Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. **Química Nova na Escola**, vol. 34(2), p. 83-91. 2012.
- URNS, J.; ATMAN, C. J.; ADAMS, R. Concept Maps for Engineering Education: A Cognitively Motivated Tool Supporting Varied Assesment Functions. **IEEE Transactions on Education**. n. 2, vol. 43. Maio, 2000.
- YANO, E. O. **A utilização dos Mapas Conceituais como ferramenta para promover a aprendizagem de transformações químicas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Cruzeiro do Sul, 2012.

## PROPAGAÇÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO MOSQUITO *Aedes aegypti*: UMA PROBLEMÁTICA DE SAÚDE PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE MARABÁ, PARÁ

### **Brenda Almeida Lima**

Instituto de Estudos em Saúde e Biológicas,  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
(UNIFESSPA)  
Marabá – Pará

### **Chayenna Araújo Torquato**

Instituto de Estudos em Saúde e Biológicas,  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
(UNIFESSPA)  
Marabá – Pará

### **Athos Ricardo Souza Lopes**

Instituto de Ciências Humanas, Universidade  
Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)  
Marabá – Pará

### **Sidnei Cerqueira dos Santos**

Instituto de Estudos em Saúde e Biológicas,  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
(UNIFESSPA)  
Marabá – Pará

**RESUMO:** A região Norte do Brasil possui o pior sistema de tratamento de esgotamento sanitário do país. As condições ambientais da região e a falta de saneamento básico favorecem a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*. O objetivo deste trabalho foi avaliar a incidência do mosquito *Ae. aegypti* na zona urbana do município de Marabá, Pará, no período de 2016 até o primeiro trimestre de 2017. Os dados de incidência do mosquito e os índices de infestação

Predial e de Breteau foram fornecidos pelo Centro de Controle de Zoonoses do município de Marabá. As notificações das doenças transmitidas pelo mosquito foram coletadas na Secretária Municipal de Saúde deste município. O principal foco do vetor *Ae. aegypti* foi no distrito de Nova Marabá e a menor incidência foi constatada no distrito da Cidade Nova. O maior índice de larvas do mosquito foi encontrado no lixo. Foi constatado um total de 712 casos confirmados de dengue, 125 de chikungunya e 14 de zika, no ano de 2016 e no primeiro trimestre de 2017. Os resultados apontam que as condições precárias de saneamento básico, o crescimento desordenado da população e os fatores ambientais atuam conjuntamente favorecendo a proliferação do mosquito e circulação de arboviroses.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Básico; Dengue; Chikungunya; Zika.

### PROPAGATION OF DISEASES TRANSMITTED BY *Aedes aegypti*: A PROBLEM OF PUBLIC HEALTH IN THE CITY OF MARABÁ, PARÁ

**ABSTRACT:** The northern region of Brazil has the worst sewage treatment system in the country. The environmental conditions of the region and the lack of basic sanitation favor the

proliferation of the *Aedes aegypti* mosquito. The aim of this work was to evaluate the incidence of *Ae. aegypti* in the urban area of the city of Marabá, Pará, from 2016 to the first quarter of 2017. The incidence data of the mosquito, and the Predial and Breteau infestation rates were provided by the Zoonoses Control Center of the city of Marabá. The notifications of mosquito-borne diseases were collected at the Municipal Health Secretary of this city. The main focus of *Ae. aegypti* was in the district of Nova Marabá and the lowest incidence was found in the Cidade Nova district. The highest rate of mosquito larvae was found in the trash. A total of 712 confirmed cases of dengue, 125 of chikungunya and 14 of zika were found in the year 2016 and in the first quarter of 2017. The results indicate that the precarious conditions of basic sanitation, disordered population growth and environmental factors act together to favor the proliferation of the mosquito and arboviruses circulation.

**KEYWORDS:** Basic Sanitation; Dengue; Chikungunya; Zika.

## 1 | INTRODUÇÃO

Muitos patógenos responsáveis por doenças infecciosas humanas são mantidos na natureza em ciclos que envolvem um vetor e um animal silvestre, como os mosquitos (NORRIS, 2004). O Brasil tem enfrentado recorrentes problemas de saúde pública relacionados com o mosquito hematófago *Aedes aegypti*, que é o principal responsável pela circulação de arboviroses, como dengue, chikungunya, zika e febre amarela (HECKMANN, 2011; LIMA-CAMARA, 2016).

A percepção acerca do saneamento e da saúde pública é de suma importância (Figura 1). A conservação do meio ambiente é um fator influenciador e determinante para saúde e bem-estar do homem (SOARES; BERNARDES; CORDEIRO NETTO, 2002). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2017), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social.





Figura 1. Saneamento básico e suas perspectivas para saúde e meio ambiente (Fonte: Autoria própria, 2018).

Estudos indicam que além do saneamento básico, as condições ambientais e os aspectos socioeconômicos, são os principais fatores que podem influenciar na proliferação do mosquito e, conseqüentemente, para o surgimento de epidemias (FERREIRA; NETO, 2007; SEGURARO; CASSENOTE; LUNA, 2016). Segundo Bovolato (2010), os problemas de saneamento básico existem não somente pela ausência de planejamento, mas pela descontinuidade de atuação da administração pública, que deve promover condições mínimas de higiene e segurança sanitária para os cidadãos.

O acesso a serviços de saneamento básico no Brasil melhorou em todas as regiões do país, entretanto, ainda existem diferenças regionais marcantes na abrangência municipal dos serviços de esgotamento sanitário e de rede de abastecimento de água, principalmente na região Norte, que possui o pior sistema de saneamento básico do país (IBGE, 2011). Dengue, zika e chikungunya estão entre as principais doenças associadas a falta de saneamento básico com ocorrência de endemias ou epidemias em 2017 (IBGE, 2018). Este trabalho teve o objetivo de avaliar a incidência do mosquito *Aedes aegypti* na zona urbana do município de Marabá, Pará, assim como as doenças veiculadas e os principais criadouros deste vetor.

## 2 | METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo teve abordagem de pesquisa descritiva qualitativa e quantitativa. A incidência do mosquito *Ae. aegypti* foi avaliada com base

nos índices de infestação predial, que é a relação em porcentagem entre o número de imóveis onde foram encontradas larvas do mosquito e o número de imóveis pesquisados (FERREIRA; NETO, 2007), e de Breteau, que se refere ao número de depósitos por cada 100 imóveis pesquisados (BRETEAU, 1954). Estes dados foram fornecidos pelo Centro de Controle de Zoonoses do município de Marabá. As notificações das doenças transmitidas pelo mosquito foram coletadas na Secretária Municipal de Saúde, no setor de Vigilância Epidemiológica, do município de Marabá. As análises estatísticas foram realizadas no programa *Microsoft Excel* 2013.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais índices de manifestação predial do mosquito *Ae. aegypti* foram no distrito de Nova Marabá, nas folhas 22 (11%) e 35 (10,25%), e no São Felix Pioneiro (9,09%). Segundo o Ministério da Saúde, o município de Marabá apresentou situação de alerta no ano de 2018, com o índice de infestação predial de 2,4, ou seja, com um a três casas infestada para cada 100 pesquisadas (BRASIL, 2018). Os principais índices de manifestação Breteau ocorreram também nas folhas 22 (11%) e 35 (10,25%), e em Nossa Senhora de Aparecida (10,99%). Os menores índices predial e Breteau foram observados no distrito da Cidade Nova, no bairro Bom Planalto (1,35%); no distrito de Nova Marabá, folha 28 (1,36%) e no distrito de São Félix, no bairro Novo Progresso (1,38%). Estudo recente de Levantamento Rápido de Índices para *Aedes aegypti*, realizado pela Prefeitura Municipal de Marabá, indica que as folhas 07, 12, 19 e 27, do distrito de Nova Marabá, e o residencial Tocantins apresentam os maiores focos do mosquito, com percentual acima de 10%, sendo o percentual recomendado pelo Ministério da Saúde de 1% de infestação de larvas (CORREIO DE CARAJAS, 2019).

O acesso aos serviços de saneamento básico no Norte do Brasil ainda é um desafio para o poder público. De acordo com dados do IBGE, a região Norte tem menos de 60% dos domicílios ligados à rede geral de distribuição de água, sendo que as outras regiões do Brasil possuem mais de 80%. Em relação ao esgotamento sanitário, apenas 20% dos domicílios possuem rede geral de esgotamento ou fossas ligadas à rede, enquanto a média nacional é de 66% (IBGE, 2017).

O Estado do Pará tem um dos piores índices de saneamento básico do Brasil, apenas 9% do esgoto produzido é coletado e 43% possui rede de água (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2016). Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2017 revelam que dos 144 municípios paraenses, apenas 19% conseguiram concluir o Plano Municipal de Saneamento Básico para abastecimento de água e esgotamento sanitário. A população paraense tem sofrido com a ocorrência de endemias e epidemias devido à falta de saneamento básico, as doenças mais recorrentes são a dengue e a diarreia, seguidas pela zika, chikungunya, malária, hepatite e doenças do aparelho respiratório (IBGE, 2018).

Estudo realizado no município de Marabá mostrou que a precariedade do tratamento de esgotamento sanitário, que em quase sua totalidade é realizado em fossas sépticas irregulares ou lançados a céu aberto; a falta de tratamento de água; e a deficiência na coleta de lixo foram os fatores determinantes para proliferação de *Ae. aegypti* e de doenças veiculadas a este (JÚNIOR; OLIVEIRA; MAIA, 2017). Borgo e Mello (2012) também observaram a problemática relacionada ao saneamento básico no município de Marabá, indicando que há limitação na rede de distribuição de água e que os efluentes são lançados no rio Tocantins sem nenhum tratamento prévio, expondo a população ao risco de contrair doenças. Os estudos supracitados corroboram com os resultados apresentados neste trabalho.

O percentual de criadouros do mosquito *Aedes aegypti* no município de Marabá apresentou o maior índice de larvas no lixo (Figura 2) e o menor em materiais naturais, como ocos de árvores e axilas de bromélias. De acordo com o Ministério da Saúde, o principal tipo de criadouro do mosquito na região Norte é o lixo, como recipientes plásticos, garrafas PET, latas, sucatas e entulhos de construção (BRASIL, 2018).

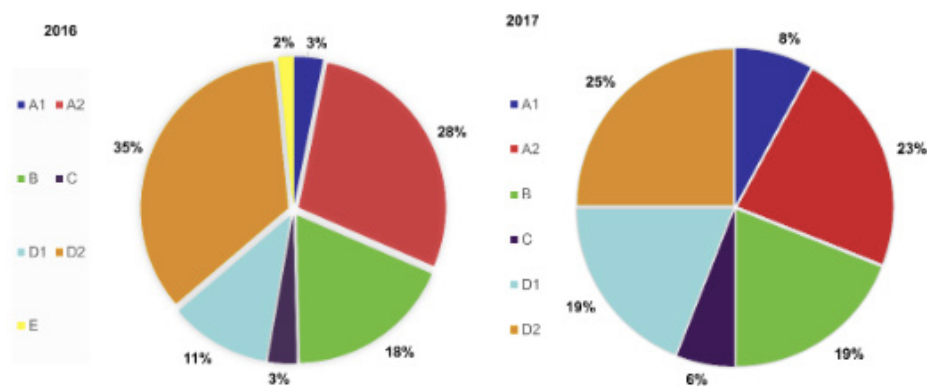


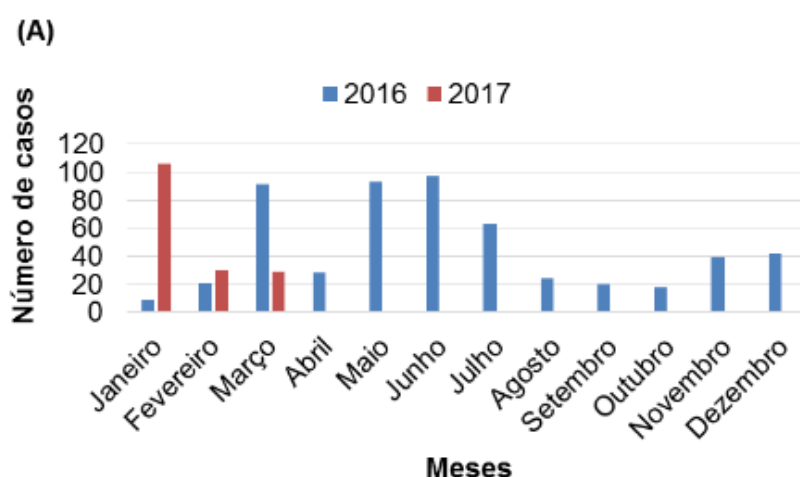
Figura 2. Frequência percentual dos criadouros de *Aedes aegypti* no município de Marabá, nos anos de 2016 e 2017: A1 – Caixa d’água ligada à rede (depósito elevado); A2 – Depósito ao nível do solo para consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba); B – Depósitos móveis (vasos/frasco com água, prato, pingadeiras, materiais de construções); C – Depósitos fixos; D1 – Pneus e outros materiais rodantes (manchões/câmaras), D2 – Lixo (recipiente plásticos, garrafa, latas, sucatas em pátios, ferro velhos, recicladoras, entulho); E – ocos de árvores, axilas de bromélias, materiais naturais.

Para Mendonça (2004), os problemas ambientais que ocorrem nas cidades são socioambientais, pois é na cidade que se concretiza a interação entre a natureza e a sociedade. Segundo Gomes (2004) e Câmara et al. (2007), a relação ecológica envolvendo a população humana, o vetor e o ambiente urbano são partes indissociáveis da dinâmica de proliferação e dispersão do mosquito *Ae. aegypti*, e de transmissão dos arbovírus. Mendonça, Paula e Oliveira (2019) relataram que a manifestação da dengue no estado do Paraná atingiu as diferentes classes sociais, porém, a incidência da doença é mais expressiva nas populações de maior carência socioeconômica e em indivíduos que vivem nas periferias urbanas. Dados da literatura mostram que doenças resultantes da falta de saneamento, como a dengue, afetam especialmente a

parte da população com baixa renda, que geralmente vive em locais de vulnerabilidade social (MENDONÇA; SOUZA; DUTRA, 2009; PIMENTA, 2015). Siqueira (2008) adverte que o estudo da localidade merece destaque, haja vista ser neste ambiente que o processo de transmissão da doença se materializa, permitindo a verificação de variáveis e indicadores que, em outros níveis de análise, não seriam claramente perceptíveis, uma vez que cada localidade possui peculiaridades, fruto de processos sociais e políticos singulares.

A sazonalidade é outro fator importante para análise da proliferação de *Ae. aegypti* e de patologias relacionadas ao mosquito. A estação chuvosa da maior parte da Bacia Amazônica ocorre entre os meses de novembro e março, e a seca de maio a setembro (NOBRE et al., 2009). Segundo Silva, Assis e Baima (2011), o aumento da incidência da dengue na cidade de Marabá ocorre nos meses de outubro a janeiro, período que inicia o aumento dos índices de precipitação. Lopes e Lima (2018) observaram que o maior número de notificações de casos de dengue na cidade de Marabá ocorreu nos meses dezembro a abril, indicando também que as condições climáticas têm papel crucial na proliferação de *Aedes aegypti*. Os resultados mostraram que houve uma oscilação em relação ao número de casos de doenças transmitidas pelo mosquito durante os anos de 2016 e o primeiro trimestre de 2017 (Figura 3), entretanto, foi possível observar que o maior número de casos confirmados ocorreu na estação chuvosa.

De acordo com dados obtidos, foram confirmados 547 casos de dengue no ano de 2016 e 165 no primeiro trimestre de 2017 (Figura 3A); 81 casos de chikungunya no ano de 2016 e 44 no primeiro trimestre de 2017 (Figura 3B); e 14 casos de zika no ano de 2016 e nenhum caso no primeiro trimestre de 2017 (Figura 3C).



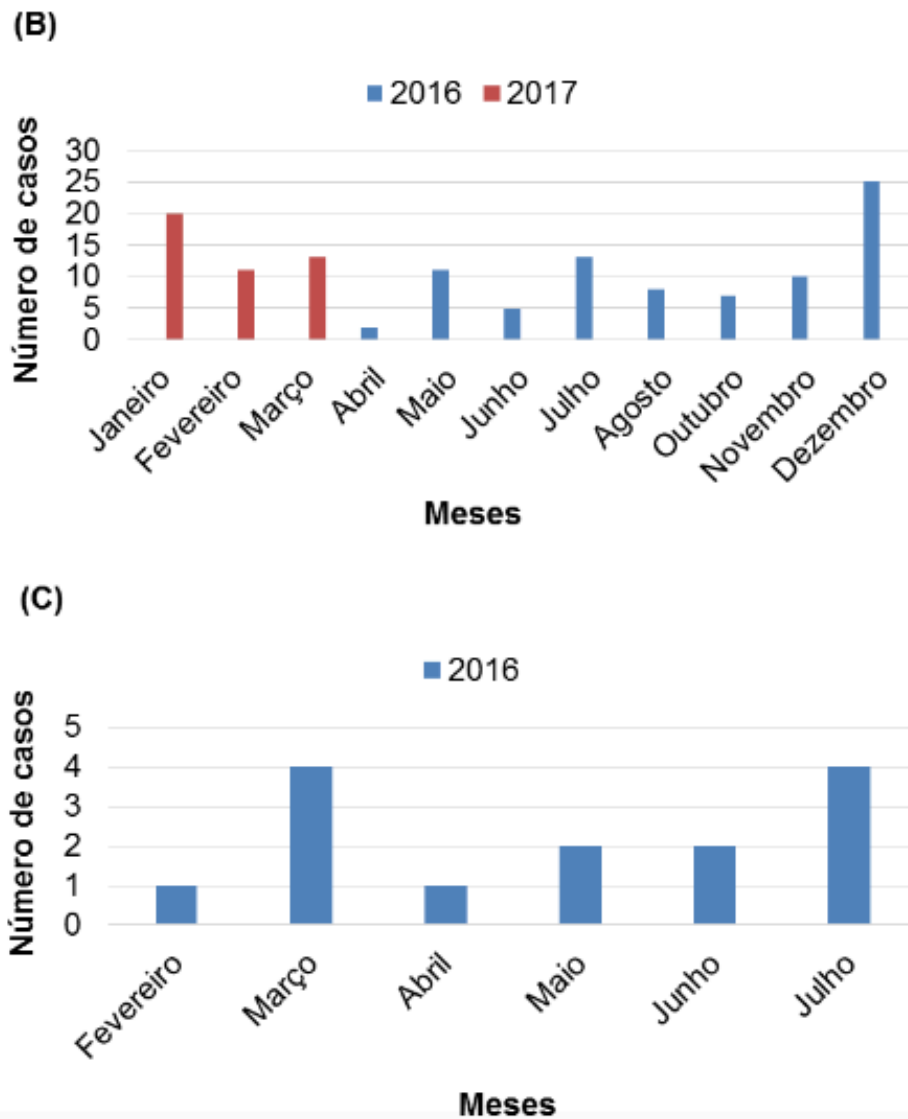


Figura 3. Número de casos confirmados de dengue (A), chikungunya (B) e zika (C) no município de Marabá, nos anos de 2016 e 2017.

De acordo com o IBGE (2018), o Norte foi a região que apresentou o segundo maior número de ocorrência de endemias ou epidemias causadas pelo mosquito *Aedes aegypti*, no ano de 2017. Aproximadamente 39% dos municípios desta região declararam ter sofrido endemia ou epidemia para dengue, 20% para zika e chikungunya. Dados do Ministério da Saúde apontam que houve uma redução perto de 47%, 64% e 80% do número de registros de dengue, chikungunya e zika, respectivamente, no Estado do Pará, referente ao período de janeiro a abril de 2017 e 2018 (BRASIL, 2018). Os dados da Secretaria de Saúde Pública do Estado do Pará também informam que houve redução de cerca de 54%, 25% e 59% de casos notificados de dengue, chikungunya e zika, respectivamente, em relação ao mês de janeiro de 2018 e 2019. Este informe epidemiológico aponta que Marabá está entre os dez municípios com maior número de casos de dengue, junto com São Félix do Xingu, Parauapebas, Novo Repartimento, Canaã dos Carajás, Tailândia, Mãe do Rio, Jacundá, Santarém e Palestina do Pará (AGÊNCIA PARÁ, 2019).

A redução no número de casos de dengue, chikungunya e zika pode estar

relacionada com criação da Sala Nacional de Coordenação e Controle (SNCC), implementada pelo Governo Federal, a partir da identificação do vírus zika no Brasil e sua associação com os casos de malformações neurológicas. A SNCC tem orientado e articulado ações permanentes com os governos estadual e municipal para combater o mosquito *Aedes aegypti* e monitorar a situação epidemiológica (BRASIL, 2018).

A estratégia de atuação conjunta entre população e poder público para controle e prevenção da dengue tem proporcionado mudanças no comportamento da comunidade e apresentado resposta satisfatória (CARVALHO et al., 2017; FRANÇA et al., 2002). A promoção da saúde se faz a partir da construção de saberes e da gestão compartilhada, por meio de mobilização e participação social para produção de conhecimento (BRASIL, 2010). Nessa mesma perspectiva, Sales (2008) e Souza et al. (2018) sugerem que o melhor caminho para controlar a proliferação de *Ae. Aegypti* é o investimento na educação e a participação social, com o envolvimento de indivíduos (moradores e agentes) como sujeitos do processo de construção. O planejamento estratégico integrado é de grande relevância para o controle do mosquito e a incidência das arboviroses transmitidas por este, considerando as características regionais, as evidências científicas, as inovações tecnológicas e a atuação coordenada dos diversos setores da sociedade (BRASIL, 2016).

A pesquisa de prospecção tecnológica realizada por Santos, Paz e Lima (2019) mostrou que o Brasil foi o maior depositante de patentes sobre métodos de controle do mosquito *Aedes aegypti*. Os métodos químicos foram os mais utilizados, mas trazem uma série de riscos à saúde e ao ambiente. Ainda de acordo com a pesquisa, os métodos mecânicos são indicados para serem usados de forma complementar aos outros dois métodos, e os biológicos são os mais inovadores e têm se mostrado eficientes para o controle do mosquito, porém, esses métodos requerem mais estudos e investimentos.

#### 4 | CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho evidenciam que o controle do mosquito *Aedes aegypti* e das arboviroses dengue, chikungunya e zika ainda é um desafio para o poder público e a sociedade de Marabá. A partir desse estudo, pode-se inferir que as prováveis causas de endemias ou epidemias veiculadas ao mosquito estão relacionadas com as condições precárias de saneamento básico, o crescimento desordenado da população e os fatores ambientais e socioeconômicos da cidade, que tem gerado vários problemas de saúde pública para população marabaense. Entretanto, é importante ressaltar que as arboviroses têm atingido todo o Brasil, especialmente a região Nordeste.



## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIAPARÁ. Notícia *Aedes aegypti*: Sespa registra queda de mais de 50% das notificações de dengue. 2019. Disponível em: <<http://agenciapara.com.br/Noticia/183924/sespa-registra-queda-de-mais-de-50-das-notificacoes-de-dengue>>. Acesso em: 30 mar. 2019.
- BORGIO, J. D. H.; MELLO, A. H. Diagnóstico ambiental das condições habitacionais dos pescadores ribeirinhos de Marabá-PA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n.15, p. 642-647, 2012.
- BOVOLATO, L. E. Saneamento básico e saúde. **Revista do Curso de História de Araguaína**, v. 2, p. 1-15, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Promoção da Saúde. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2010. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_promocao\\_saude\\_3ed.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_promocao_saude_3ed.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Monitoramento dos casos de dengue e febre de chikungunya até a Semana Epidemiológica (SE) 52 de 2015. **Boletim Epidemiológico**, v. 47, n. 3, p. 1-10, 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. PA: 101 municípios em situação de alerta ou risco para dengue, zika e chikungunya. 2018. Disponível em: <<http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/43499-para-registra-101-municipios-em-situacao-de-alerta-ou-risco-para-dengue-zika-e-chikungunya>>. Acesso em: 29 mar. 2019.
- BRETEAU, H. La fièvre jaune en Afrique-Occidentale Française: Un aspect de la médecine préventive massive. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 11, n. 3, p. 453-481, 1954.
- CARVALHO, M. S.; HONORIO, N.A.; GARCIA, L. M. T.; CARVALHO, L. C. S. *Aedes aegypti* control in urban areas: A systemic approach to a complex dynamic. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 11, n. 7, p. 1-15, 2017.
- CORREIO DE CARAJAS. *Aedes aegypti* preocupa em Marabá. 2019. Disponível em: <<https://correiodecarajas.com.br/aedes-aegypti-preocupa-em-maraba/>>. Acesso em: 29 mar. 2019.
- FERREIRA, A. C.; NETO, F. C. Infestação de área urbana por *Aedes aegypti* e relação com níveis socioeconômicos. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 6, p. 915-922, 2007.
- FRANÇA, E.; DE PAULA, J.C.; SILVA, R. R.; ANUNCIAÇÃO, L. R. Participação da população em projeto de controle de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais: uma avaliação. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 11, n. 3/4, p. 205-213, 2002.
- HECKMANN, M. I. O. Dengue: aspectos epidemiológicos e o primeiro surto ocorrido na região do Médio Solimões, Coari, Estado do Amazonas, no período de 2008-2009. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 44, n. 4, p. 471-474, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Perfil dos municípios brasileiros**: Saneamento básico: Aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 39p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Atlas de Saneamento. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <[https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/default\\_zip.shtm](https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm)>. Acesso em: 8 fev. 2019.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). PNAD Contínua: Características gerais dos moradores 2012-2016 e características gerais dos domicílios 2016. 2017. Disponível em: <[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/)>

a7d023687b221aafb0364f56cad94367.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Panorama do saneamento básico no Brasil. 2016. Disponível em: <[https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2018/09/S%C3%83O-PAULO-SP\\_-agosto-2018.pdf](https://www.institutodeengenharia.org.br/site/wp-content/uploads/2018/09/S%C3%83O-PAULO-SP_-agosto-2018.pdf)>. Acesso em: 31 mar. 2019.

JÚNIOR, A. P.; OLIVEIRA, G. P.; MAIA, J. O. Fatores ambientais (lixo), climáticos (chuva) e a evolução da dengue e malária: o caso da praça são francisco, Cidade Nova, Marabá-PA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, p. 1544- 1557, 2017.

LIMA-CAMARA, T. N. Arboviroses emergentes e novos desafios para a saúde pública no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. 36, p. 1-7, 2016.

LOPES, A. R. S.; LIMA, M. T. Análise dos elementos climatológicos dos anos de 2007 a 2016 e casos de enchentes como forma de compreender a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*: o caso do perímetro urbano de Marabá-Pará. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 2018, João Pessoa. **Anais eletrônicos do XIX Encontro Nacional de Geógrafos**. João Pessoa: UFPB, 2018. Disponível em: <<file:///D:/Usu%C3%A1rios/Cliente/Downloads/ARTIGO%20CASOS%20DE%20DENGUE%20ENG%202018.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

MENDONÇA, F. A.; SOUZA, A. V.; DUTRA, D. A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 21, n.3, p. 257-269, 2009.

MENDONÇA, F. **Saneamento ambiental urbano**. Curitiba: UFPR, 2004, 328 p.

MENDONÇA, F.; PAULA, E. V.; OLIVEIRA, M. M. F. Aspectos socioambientais da expansão da dengue no Paraná. Disponível em: <[http://www.anppas.org.br/encontro\\_anual/encontro2/GT/GT12/anpas\\_dengue.pdf](http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT12/anpas_dengue.pdf)>. Acesso em: 26 mar. 2019.

NOBRE, C.A.; OBREGÓN, G.O.; MARENGO, J. A. Characteristics of amazonian climate: main features. **Amazonia and Global Change**, v. 186, p. 149-162, 2009.

NORRIS, D.E. Mosquito-borne diseases as a consequence of land use change. **EcoHealth**, v. 1, n. 1, p. 19-24, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Health topics: Sanitation. 2017. Disponível em: <<http://www.who.int/topics/sanitation/en/>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

PIMENTA, D. A (des)construção da dengue: de tropical a negligenciada. In: VALLE, D.; PIMENTA, D. N.; CUNHA, R. V. (Org.). **Dengue: teorias e práticas**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2015. p. 23-59.

SALES, F. M. Ações de educação em saúde para prevenção e controle da dengue: um estudo em Icaraí, Caucaia, Ceará. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 1, p. 175-184, 2008.

SANTOS, S. C.; PAZ, L. C.; LIMA, M. O. A. Prospecção tecnológica sobre métodos de controle do mosquito *Aedes aegypti*. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 1, p. 105-112, 2019.

SEGURARO, A. C.; CASSENOTE, A. J.; LUNA, E. A. Saúde nas metrópoles: doenças infecciosas. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 29-49, 2016.

SILVA, H. J. F.; ASSIS, L. M. M.; BAIMA, F. B. Estudo das variáveis meteorológicas sobre a incidência de dengue na cidade de marabá/PA, sudeste do Pará (Estudo preliminar). In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2011, Guarapari. **Anais eletrônicos do XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. Guarapari: Centro de turismo de Guarapari, 2011. Disponível em: <<http://www.sbagro.org.br/bibliotecavirtual/arquivos/3534.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

SIQUEIRA, A. S. P. **Condições particulares de transmissão de dengue na Região Oceânica de Niterói, Estado do Rio de Janeiro**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola

Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2008.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 18, n. 6, p. 1713-1724, 2002.

SOUZA, K. R.; SANTOS, M. L. R.; GUIMARÃES, I. C. S.; RIBEIRO, G. S.; SILVA, L. K. Saberes e práticas sobre controle do *Aedes aegypti* por diferentes sujeitos sociais na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 34, n. 5, p. 1-13, 2018.

## ALTERNANTHERA PHILOXEROIDES NO ESTUDO ETNOBOTÂNICO E ETNOFARMACOLÓGICO DE PLANTAS UTILIZADAS POR COMUNIDADES QUILOMBOLAS DA REGIÃO DOS LAGOS/RJ

### **Luiza Gama Carvalho**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Cabo Frio, RJ, Brasil.

### **Vinicius Fernandes Moreira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Cabo Frio, RJ, Brasil.

### **Marcos Vinicius Leal-Costa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Cabo Frio, RJ, Brasil.

**RESUMO:** Uma parte da população negra do Brasil de descendência africana constitui um grupo étnico presente em diversas regiões, denominado Quilombolas. Essa população trouxe seus costumes e crenças, como a utilização de plantas no tratamento de enfermidades e em rituais religiosos onde os estudos etnofarmacológicos são de suma importância para sua preservação. Este trabalho visou contribuir com o conhecimento etnobotânico e etnofarmacológico, além da valorização e divulgação dos saberes populares sobre plantas medicinais. Inicialmente fez-se um estudo para localizar os grupos étnicos da Região dos Lagos, localizando comunidades Quilombolas nos municípios de Cabo Frio e Armação dos Búzios. Em seguida, agendadas entrevistas com representantes, onde foi possível coletar informações sobre uma variedade de espécies de plantas utilizadas

para fins medicinais. Chamada popularmente de erva-de-jacaré, a *Alternanthera philoxeroides* destacou-se pela sua finalidade na medicina popular e por possuir poucos estudos publicados em etnofarmacológica. Junto à testes histoquímicos, suas partes aéreas foram secas e trituradas, seus extratos brutos foram submetidos à uma percolação de solventes de diferentes polaridades, concentrados em evaporador rotativo, e submetidos à testes para determinação dos grupos dos metabólitos secundários presentes. Os resultados obtidos mostraram resultado positivo para esteroides, taninos, saponinas e alcaloides. Esses resultados contribuem para avaliações de atividades biológicas, com os extratos brutos e/ou metabólitos secundários isolados dos mesmos, além do retorno à comunidade e validação ou confirmação de tal conhecimento.

**PALAVRAS-CHAVES:** *Alternanthera*, Etnobotânica; Etnofarmacológica; Quilombolas.

ALTERNANTHERA PHILOXEROIDES  
IN THE ETHNOBOTANICAL AND  
ETHNOPHARMACOLOGICAL STUDY  
OF PLANTS USED BY QUILOMBOLAS  
COMMUNITIES OF THE LAGOS REGION /

**ABSTRACT:** A part of the black population of Brazil of African descent is an ethnic group present in several regions, called Quilombolas. This population brought their customs and beliefs, such as the use of plants in the treatment of diseases and in religious rituals where ethnopharmacological studies are of paramount importance for their preservation. This work aimed to contribute to the ethnobotanical and ethno - pharmacological knowledge, as well as the valorisation and dissemination of popular knowledge about medicinal plants. Initially a study was carried out to locate the ethnic groups of the Lakes Region, locating Quilombola communities in the municipalities of Cabo Frio and Armação dos Búzios. Then we scheduled interviews with representatives where it was possible to collect information on a variety of species of plants used for medicinal purposes. Called popularly as alligator, *Alternanthera philoxeroides* was noted for its purpose in folk medicine and for having few studies published in ethnopharmacological. In addition to the histochemical tests, its aerial parts were dried and ground, its crude extracts were subjected to a percolation of solvents of different polarities, concentrated in a rotary evaporator, and submitted to tests to determine the groups of the secondary metabolites present. The results obtained showed positive results for steroids, tannins, saponins and alkaloids. These results contribute to evaluations of biological activities, with the raw extracts and / or secondary metabolites isolated from them, in addition to the return to the community and validation or confirmation of such knowledge.

**KEYWORDS:** *Alternanthera*, Ethnobotany; Ethnopharmacology; Quilombolas.

## 1 | INTRODUÇÃO

A utilização de plantas para fins medicinais correspondem às mais antigas “armas” empregadas pelo homem no tratamento de enfermidades de todos os tipos, ou seja, a utilização de plantas na prevenção e/ou na cura de doenças é um hábito que sempre existiu na história da humanidade (MORAES & SANTANA, 2001). Desde as antigas civilizações, indícios do uso de plantas medicinais foram encontrados, como meio de prevenção, tratamento e cura de enfermidades, destacando-as como importante fonte de compostos biologicamente ativos (ANDRADE, 2007).

O Brasil é o país de maior biodiversidade do planeta, em torno de 15 a 20% do total mundial. Dentre os elementos que compõem tal biodiversidade, as plantas são utilizadas como substrato para a fabricação de medicamentos fitoterápicos, além das práticas populares e tradicionais como remédios caseiros e comunitários, processo conhecido como medicina tradicional (BRASIL, 2006). Essas práticas estão associadas à rica diversidade étnica e cultural no país, resultado de uma série de influências, como a dos colonizadores europeus, indígenas e africanos (AQUINO *et al*, 2007).

A população negra do Brasil de descendência africana constitui um grupo étnico presente em diversas regiões, denominado Quilombolas. De acordo com a Fundação Cultural Palmares, são caracterizados como descendentes de africanos escravizados

que mantêm tradições culturais, de subsistência e religiosas ao longo dos séculos (BRASIL, 2016). Essa população trouxe seus costumes, crenças e mitos, que com o passar das gerações foram transmitidos oralmente de pai para filho, mantendo viva às tradições nas comunidades quilombolas. Dessa forma, os escravos trouxeram consigo plantas de uso medicinal que eram empregadas no tratamento de enfermidades e em rituais religiosos (LORENZI & MATOS, 2008), onde os estudos etnofarmacológicos são de suma importância para sua preservação (FALCÃO & MENEZES, 2003).

Para a valorização dos conhecimentos populares, a etnofarmacologia relaciona essas tradições a sistemas tradicionais de medicina (BRUHN & HOLMSTED, 1981), buscando uma exploração científica de agentes biologicamente ativos como um valioso atalho para a descoberta de novos fármacos através das plantas medicinais. Sua importância destaca-se, não somente quando seus constituintes são usados diretamente como agentes terapêuticos, mas também como matérias-primas para a síntese, ou modelos para compostos farmacologicamente ativos.

Nas últimas décadas, o interesse populacional por terapias naturais tem aumentado significativamente nos países industrializados (WHO, 2001 *apud* BRASIL 2006), apesar da grande evolução da medicina alopática a partir da segunda metade do século XX, existem obstáculos básicos na sua utilização pelas populações carentes, que vão desde o acesso aos centros de atendimento hospitalares à obtenção de exames e medicamentos (JUNIOR, *et al* 2005).

O uso indiscriminado de plantas “*in natura*” ou de seus derivados pode trazer sérios danos à saúde, por conta da presença de princípios tóxicos (OLIVEIRA & ARAÚJO, 2007), por isso devem ser utilizadas com cuidado, respeitando seus riscos toxicológicos. A Organização Mundial de Saúde (OMS) apoia a utilização de plantas medicinais, além de orientar sobre a conexão entre a medicina tradicional empírica e a medicina científica (ALMEIDA, 2011). Faz-se necessário o incentivo à pesquisa e à catalogação de tais variedades, no sentido de conhecer para otimizar o uso adequado e, sobretudo, proteger e conservar esse patrimônio genético do nosso país (VIEIRA, 2003). Desta forma, destaca-se a importância de uma comprovação científica sobre a utilização de plantas medicinais, para valorizar e compartilhar os saberes populares com responsabilidade e embasamento científico.

Diante deste contexto, através da realização de testes fitoquímicos e biológicos em plantas utilizadas para fins medicinais em comunidades quilombolas da Região dos Lagos/RJ, este trabalho busca contribuir com o conhecimento etnobotânico e etnofarmacológico do Brasil, além da valorização e divulgação dos saberes populares sobre plantas medicinais.

## 1.1 Família Amaranthaceae

A família Amaranthaceae, está incluída na ordem Caryophyllales, apresentando 8 subfamílias, cerca de 180 gêneros e 2.500 espécies. Estando presente nas faixas



tropicais e temperadas do mundo, nos dois hemisférios, ocupam geralmente regiões áridas ou salinas, sendo reconhecidas pela capacidade de suportar condições extremas. Para o Brasil são referidas 158 espécies distribuídas em 27 gêneros, dos quais três são endêmicos (SENNA, 2015).

Pertencente a família Amaranthaceae o gênero monofilético *Alternanthera* Forssk., com cerca de 100 espécies e com distribuição pantropical e grande representatividade nos trópicos e subtropicais. (PINO *et al.* 2012; TOWNSEND, 1993). As espécies desse gênero são consideradas produtoras e acumuladoras de metabólitos secundários, dentre eles, flavonoides, saponinas, vitaminas e glicosídeos, antraquinonas, cromocalcóides, betalaínas, triterpenos e esteróides (HUNDIWALE, 2012; SILVEIRA, 2000; SALVADOR & DIAS, 2004; SILVA *et al.*, 2005; SOUSA *et al.* 2008; BROCHADO *et al.* 2003). Devido a variedade de compostos biologicamente ativos, estas espécies vêm sendo utilizadas no tratamento de infecções virais, febre hemorrágica e influenza, distúrbios gástricos, hepáticos, renais e do aparelho respiratório, antidiarréico, antiinflamatório, vermífugo, antimicrobiano e analgésico (LAGROTA *et al.*, 1994; CALDERÓN *et al.*, 1997; SOUZA *et al.*, 1998; MACEDO *et al.*, 1999).

A espécie *A. philoxeroides* (Mart) Griseb., conhecida popularmente como erva-de-jacaré, brejo-d'água entre outros, é uma planta perene, anfíbia, cresce abundantemente em diferentes ecossistemas, tanto aquáticos, semi-aquáticos, terrestres e até mesmo extremamente secos, como dunas (GAO *et al.*, 2007).

Estudos fitoquímicos revelaram a presença dos metabólitos secundários flavonóides glicosilados, saponinas e betalaínas, conferindo-lhe ação antitumoral e antiviral (SI-MAN *et al.*, 1988; FANG *et al.*, 2007; FANG *et al.* 2009; RATTANATHONGKOM *et al.*, 2009).

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Identificação e localização das comunidades Quilombolas da Região dos Lagos/RJ

A “Região dos Lagos” é uma das microrregiões com praias oceânicas e lagoas localizadas no Estado do Rio de Janeiro, na região sudeste do Brasil, e é composta por sete municípios: Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Armação dos Búzios. Inicialmente foi feito um estudo na literatura e buscas com moradores nativos da Região para identificar as comunidades Quilombolas ainda existentes. Diante dessa busca foram localizadas comunidades em dois municípios: Cabo Frio e Armação dos Búzios.

Após a localização e identificação das comunidades, foram agendadas visitas para a realização de entrevistas com seus representantes. As comunidades visitadas localizadas no município de Cabo Frio/RJ foram: Preto Forro, Maria Joaquina, Maria Romana. E no município de Armação dos Búzios/RJ: Quilombo da Rasa e Bahia

Formosa. Ambos os municípios localizados na Região dos Lagos no Estado do Rio de Janeiro. De acordo com as entrevistas realizadas, foi possível coletar informações sobre uma variedade de espécies de plantas utilizadas para fins medicinais. Essa tradição foi transmitida oralmente por muitas gerações das famílias dos quilombolas e permanece presente até os dias de hoje.

## 2.2 Coleta do material vegetal e classificação botânica

Popularmente de erva-de-jacaré, com nome científico *Alternanthera philoxeroides*, destacou-se pela sua forma de utilização, finalidade na medicina popular e por ter poucos estudos publicados na área da etnofarmacologia. Diante desses critérios, essa espécie vegetal foi escolhida para a aplicação dos testes fitoquímicos e toxicológico.

Após a escolha da espécie vegetal a ser trabalhada, uma amostra de toda parte aérea da mesma foi coletada em campo no município de Armação dos Búzios. Com o auxílio de um botânico docente do Instituto Federal Fluminense campus Cabo Frio, uma amostra da inflorescência do material vegetal passou por uma análise e classificação botânica (Tabela 1) para a confirmação da espécie através da utilização de chaves dicotômicas.

Família	Amaranthaceae
Gênero	Alternanthera
Espécie	<i>Alternanthera philoxeroides</i>

TABELA 1. Classificação botânica.

## 2.3 A extração dos constituintes químicos do material botânico

A secagem da parte aérea da planta foi feita ao ar livre, e logo após triturada utilizando moinho de martelos, em parceria com o laboratório de Produtos Naturais da UENF (Universidade Estadual do Norte Fluminense).

Posteriormente, a fim de agrupar diferentes grupos de constituintes químicos, o material botânico foi submetidos à uma percolação de solventes orgânicos de diferentes polaridades (hexano e metanol), no qual foram concentrados e destilados em evaporador rotativo.

## 2.4 Testes fitoquímicos para identificação dos grupos de metabólitos secundários

Sucessivamente tais extratos brutos foram submetidos à testes para determinação da presença dos seguintes grupos dos metabólitos secundários: saponinas, alcaloides, flavonoides, esteroides e taninos.

## 2.5 Teste histoquímico para detecção de alcaloides

Após a determinação dos grupos dos metabólitos secundários presente nos extratos com diferentes polaridades, foi feita uma nova coleta em campo para a

realização de teste histoquímico. Esse novo teste busca a confirmação e observação da presença de um grupo de metabólitos na planta. Foram feitos cortes longitudinais no ápice do caule da espécie e aplicado um teste para identificação de alcaloides.

### 3 | RESULTADOS

#### 3.1 Entrevistas com representantes das comunidades

De acordo com as entrevistas realizadas com representantes das comunidades Quilombolas dos municípios de Armação dos Búzios e Cabo Frio, foi possível identificar uma variedade de espécies de plantas (Tabela 2) utilizadas pelos mesmos para fins medicinais. Dentre tais espécies, a *Alternanthera philoxeroides*, conhecida popularmente como erva-de-jacaré, destacou-se dentre as outras pela sua forma de utilização, finalidade na medicina popular e por ter poucos estudos publicados na área da etnobotânica e etnofarmacologia.

Nome Popular	Nome científico	Nome Popular	Nome científico
Abóbora	<i>Cucurbita moschata</i>	Espinheira santa	<i>Maytenus ilicifolia</i>
Alfazema	<i>Lavandula angustifolia</i>	Folha do abacate	<i>Persea americana</i>
Amora	<i>Morus Celtidifolia</i>	Gervão Roxo	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>
Anador	<i>Justicia pectoralis</i>	Guandu	<i>Cajanus cajan</i>
Arnica	<i>Arnica montana</i>	Guiné	<i>Petiveria alliacea L.</i>
Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Hibisco	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
Arrebenta-cavalo	<i>Solanum sisymbriifolium</i>	Macaé / Maria-Augusta	<i>Leonurus sibiricus</i>
Arruda	<i>Ruta graveolens</i>	Murici	<i>Byrsonima crassifolia</i>
Assa peixe	<i>Vernonia polysphaera</i>	Noni	<i>Morinda citrifolia</i>
Batata-tostão/ Erva-tostão	<i>Boerhavia diffusa L.</i>	Pau-brasil	<i>Caesalpinia echinata</i>
Cabelo de milho	<i>Zea mays L.</i>	Pé-de-galinha	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	Penicilina	<i>Alternanthera brasiliana</i>
Cambuí	<i>Myrcia sphaerocarpa</i>	Picão	<i>Bidens alba</i>
Cânfora	<i>Artemisia camphorata</i>	Pinhão-roxo	<i>Jatropha gossypifolia</i>
Caninha-do-brejo	<i>Costus spicatus</i>	Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>
Capim-limão	<i>Cymbopogon citratus</i>	Poejo	<i>Mentha pulegium</i>
Catainha/ Erva-de-bicho	<i>Polygonum acre</i>	Quebra-pedra	<i>Phyllanthus niruri</i>
Cebola	<i>Allium cepa</i>	Quiabo	<i>Abelmoschus esculentus</i>
Erva-cidreira	<i>Melissa officinalis</i>	Romã	<i>Punica granatum</i>
Erva-de-jacaré	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Rosa Branca	<i>Rosa alba L.</i>

Erva-de-passarinho	<i>Struthanthus flexicaulis</i>	Saião	<i>Kalanchoe brasiliensis</i>
--------------------	---------------------------------	-------	-------------------------------

TABELA 2. Plantas utilizadas para fins medicinais citadas nas entrevistas

### 3.2 Teste fitoquímico em *Alternanthera philoxeroides*

Os resultados parciais obtidos mostraram que a *Alternanthera philoxeroides* através do extrato hexânico, apresentou resultado positivo para esteroides e taninos, e o extrato metanólico positivo para saponina e alcaloides (Tabela 3). E em ambos os extratos, o resultado para a presença de flavanoides foi negativo. Tais resultados serão analisados futuramente junto aos resultados de outros testes biológicos.

Metabolitos	<i>A. philoxeroides</i>	
	EH	EM
Saponinas		+
Flavanóides	-	-
Alcalóides		+
Esteróides	+	
Taninos	+	

TABELA 3. Resultados da Prospecção Fitoquímica dos extratos

EH: Extrato em hexano das partes aéreas; EM: Extrato em metanol das partes aéreas; (+) resultado positivo, (-) resultado negativo, em branco= o extrato não foi testado.

### 3.3 Teste histoquímico para detecção de alcalóides

Foram feitos cortes longitudinais no ápice do caule da espécie e aplicado um teste para identificação e confirmação da presença de alcaloides. De acordo com o teste, ao apresentar a coloração castanho escuro, há presença de alcaloides (FIGURA 1).

É importante destacar que, de acordo com a literatura, esta é a primeira vez que se detecta a presença de alcaloides em testes fitoquímicos e histoquímicos na espécie *Alternanthera philoxeroides*.



FIGURA 1. Detecção histoquímica. Corte paradérmico do caule de *A. philoxeroides*: coloração castanho escuro indicando presença de alcaloides.

Fonte: O autor (2019).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo mostraram que os representantes das comunidades étnicas apresentam um conhecimento diversificado sobre a utilização medicinal de plantas da Região dos Lagos. Diante do exposto, faz-se necessário a continuidade da validação de seus potenciais terapêuticos, através de avaliação de atividade biológica como antitumorais, antifúngicos e antioxidante.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. Z. **Plantas medicinais: abordagem histórico-contemporânea**. 2011.
- ANDRADE, S. F.; CARDOSO, L. G. V; CARVALHO, J. C. T.; BASTOS, J.K. **Antiinflammatory and antinociceptive activities of extract, fractions and populnoic acid from bark wood of *Austroplenckia populnea***. *Journal of Ethnopharmacologic*, v.109, nº. 3, 2007.
- AQUINO, D. *et al.* **Nível de conhecimento sobre riscos e benefícios do uso de plantas medicinais e fitoterápicos de uma comunidade do Recife — PE**. *Revista de enfermagem UFPE on line*. 2007 jul./set.; 1(1):107-110.
- BRASIL. **Comunidades remanescentes de quilombos**. Fundação Cultural Palmares, 2016. Disponível em: <<http://www.palmares.gov.br/comunidades-remanescentes-de-quilombos-crqs>>. Acesso em 06 de novembro de 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos**. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Brasília, 2006.
- BROCHADO, C.O. *et al.* **Flavonol robinobiosides and rutinosides from *Alternanthera brasiliana* (Amaranthaceae) and their effects on lymphocyte proliferation in vitro**. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 14: 449-451. 2003.
- BRUHN, J. G. e HOLMSTEDT, B. “**Ethnopharmacology, objectives, principles and perspectives**”. In: *Natural products as medicinal agents*. Stuttgart: Hippokrates, 1982.
- CALDERÓN, C. P.; GARCÍA ASSEF, S. B.; FUENTES, L. B. **Evaluation of diuretic activity of *Alternanthera pungens* extracts in rats**. *Phytotherapy Research*, v. 11, p. 606-608, 1997.
- FALCÃO, D.Q., MENEZES, F .S., **Revisão etnofarmacológica e química do gênero *Hyptis***. *Rev. Bras. Farm.*, 84(3): 69-74, 2003.
- FANG, J. B. *et al.* **Antitumor constituents from *Alternanthera philoxeroides***. *Journal of Asian Natural Products Research*, v. 9, n. 6, p. 511-515, 2007.
- FANG, J. B. *et al.* **Cytotoxic triterpene saponins from *Alternanthera philoxeroides***. *Journal of Asian Natural Products Research*, v. 11, n. 3, p. 261-266, 2009.
- GAO, J.; QUANG, X.; YIN, L.; HE, G. **Isolation of cDNA clones for genes up regulated in drought-treated *Alternanthera philoxeroides* root**. *Journal Molecular Biology Reports*, v. 35, n. 3, p. 485-488, 2007.
- HUNDIWALE, J. C. *et al.* **A current update on phytopharmacology of the genus *Alternanthera***. *Journal of Pharmacy Research*, v. 5, p. 1924 -1929, 2012.
- JUNIOR, V.F.; PINTO, A. C; MACIEL, M.A. “**Plantas medicinais: cura segura?**”. *Sociedade Brasileira de Química*. *Química Nova* vol. 28 no. 3. São Paulo May/June, 2005.
- LAGROTA, M. H. C. *et al.* **Inhibitory activity of *Alternanthera brasiliana* (Amaranthaceae) against the Herpes simplex virus**. *Phytotherapy Research*, v. 6, p. 358-361, 1994.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A.. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto plantarum de estudos da flora LTDA, 2 ed., 2008.
- MACEDO, A. F. *et al.* **Pharmacological and phytochemical studies of callus culture extracts from**



- Alternanthera brasiliana.** Pharmazie, v. 54, n. 1, p. 776777, 1999.
- MORAES, M. E. A.; SANTANA, G. S. M. **Aroeirado-sertão: um candidato promissor para o tratamento de úlceras gástricas.** Funcap, v. 3, p. 5-6, 2001.
- OLIVEIRA, C. J.; ARAÚJO, T. L. **Plantas medicinais: usos e crenças de idosos portadores de hipertensão arterial.** Revista Eletrônica de Enfermagem, v 9, p. 93 – 105, 2007.
- PINO, I. S.-d. **Molecular phylogenetics of Alternanthera (Gomphrenoideae, Amaranthaceae): resolving a complex taxonomic history caused by different interpretation of morfological characters in a lineage with C3-C4 intermediate species.** Botanical Journal of the Linnean Society, pp. 493-517. 2012.
- RATTANATHONGKOM, A. et al. **Evaluation of chikusetsusaponin IVa isolated from Alternanthera philoxeroides for its potency against viral replication.** Planta medica, v. 75, n. 8, p. 829-835, 2009.
- SALVADOR, M. J.; DIAS, D. A. **Flavone C-glycosides from Alternanthera maritima (Mart.) St. Hil. (Amaranthaceae).** Biochemical Systematics and Ecology, v. 32, p.107-110, 2004.
- SENNA, Luísa Ramos. **Revisão taxonômica das espécies brasileiras de Alternanthera Forssk. (Amaranthaceae Juss.).** Dissertação (mestrado) –Universidade Estadual de Feira de Santana., departamento de Ciências Biológicas. Feira de Santana-BA, 2015.
- SILVA, N. C. B., et al. **Developmental effects of additional ultraviolet a radiation growth regulators and tyrosine in Alternanthera brasiliana (L.) Kuntze cultured in vitro.** Brazilian Archives of Biology and Technology: An International Journal, v. 48, n. 5, p. 779-786, 2005.
- SILVEIRA, L. M. S. **Caracterização fitoquímica, biológica e mineral de partes aéreas de Alternanthera tenella Colla (Amaranthaceae).** Tese (Mestrado em Química)-Universidade Federal do Maranhão, São Luiz, MA, 2000.
- SI-MAN, Z., et al. **Inhibitor against the human immunodeficiency virus in aqueous extracts of Alternanthera philoxeroides.** Chinese Medicinal Journal, v. 101, p. 816-866, 1988.
- SOUZA, F.C. *et al.* **Plantas medicinais e seus constituintes bioativos: Uma revisão da bioatividade e potenciais benefícios nos distúrbios da ansiedade em modelos animais.** Revista Brasileira de Farmacognosia 18: 642-654. 2008.
- SOUZA, M. M.; KERN, P.; FLORIANI, A. E. O.; CECHINEL, V. **Analgesic properties of a hydro alcoholic extract obtained from Alternanthera brasiliana.** Phytotherapy Research, v. 12, p. 279-281, 1998.
- TOWNSEND, C. **Amaranthaceae.** In: K. Kubitzki, The families and genera of vascular plants (Vol. Vol. II, pp. 70-91). Berlin: Springer-Verlag, 1993.
- VIEIRA, S. N. **As plantas medicinais dos quintais de Mimoso: uma abordagem a partir da Educação Ambiental.** Monografia apresentada ao Instituto de Biociências. Universidade Federal de Mato Grosso. Mato Grosso, 2003.

## ANATOMIA FLORAL DO CACTO EPÍFITO *RHIPSALIS TERES* (VELL.) STEUD. (CACTACEAE)

**Beatriz Mendes Santos**

UNESP- Universidade Estadual Paulista - Instituto de Biociências – Campus do Litoral Paulista  
São Vicente-SP

**Odair José Garcia de Almeida**

UNESP- Universidade Estadual Paulista - Instituto de Biociências – Campus do Litoral Paulista  
São Vicente-SP

**RESUMO:** Cactaceae é uma família inserida na ordem Caryophyllales e está subdividida em cinco subfamílias Leuenbergioideae, Pereskioideae, Opuntioideae, Maihuenioideae e Cactoideae. Em geral a família é composta por plantas perenes normalmente com caule fotossintetizante e suculento, com flores, normalmente de simetria actinomorfa. A família possui ocorrência, normalmente, em localidades semi-áridas e áridas, porém as espécies epífitas são comuns em florestas tropicais úmidas, onde estão presentes as tribos Hylocereeae e Rhipsalideae. A espécie *Rhipsalis teres* (Vell.) Steud. tem ampla distribuição na região sul e sudeste do Brasil. Devido a carência de estudos anatômicos dos órgãos reprodutivos da família Cactaceae o presente trabalho teve como objetivo, analisar morfo-anatomicamente a estrutura floral de *Rhipsalis teres*. Para realização do estudo o material vegetal foi coletado no Campus do Litoral Paulista da

UNESP em São Vicente- SP e foi preparado conforme técnicas usuais de histologia vegetal e a análise realizada em microscópio de luz. Os resultados demonstraram que existem características comuns entre *R. teres* e outras epífitas de Hylocereeae e Rhipsalideae, como a parede do ovário fundida a parede pericarpelar, e também divergências, como características anatômicas dos óvulos. A flor de *R. teres* se mostrou um bom modelo para ilustrar a complexa estrutura floral na família Cactaceae. **PALAVRAS-CHAVE:** Feixe Invertido, Flor, Morfologia, Ovário Inferior, Óvulo.

### THE FLORAL ANATOMY OF EPIPHYTIC CACTUS *RHIPSALIS TERES* (VELL.) STEUD (CACTACEAE)

**ABSTRACT:** Cactaceae belongs to the Caryophyllales order, and is subdivided into five subfamilies Leuenbergioideae, Pereskioideae, Opuntioideae, Maihuenioideae and Cactoideae. In general, the family consists of perennial plants usually with photosynthetic and juicy stem, flowers usually actinomorphic. The family, typically, is distributed in semi-arid and arid regions, but epiphytic species are common in tropical rain forests, where occur the Rhipsalideae and Hylocereeae tribes. The *Rhipsalis teres* (Vell.) Steud. species is widely

distributed in the south and southeast region of Brazil. Due to the lack of anatomical studies of the reproductive organs in the cactus family, the present work had as objective, to analyze morpho-anatomically the floral structure of the species *Rhipsalis teres*. To carry out the study, the plant material was collected at Campus do Litoral Paulista, UNESP, São Vicente, SP, Brazil, and was prepared according to the usual techniques of plant histology and light microscope analysis. Results demonstrated common characteristics among *R. teres* and epiphytic species from the Hylocereeae and Rhipsalideae groups, such as the ovary wall fused to the pericarp wall, and also divergences, as the anatomical features of the ovules. The *R. teres* flower seems to be a good model to illustrate the complex floral structure in the Cactaceae.

**KEYWORDS:** Flower, Inferior Ovary, Inverted Bundles, Morphology, Ovule.

## 1 | INTRODUÇÃO

A família Cactaceae é composta por plantas perenes, habitualmente dotadas de caule suculento com função fotossintetizante. As flores dessa família, comumente, possuem simetria actinomorfa, e são originadas a partir de aréolas (regiões meristemáticas ou meristemas curtos), meristemas axilares (em Pereskioideae) ou hipanto receptacular/pericarpelo (em Opuntioideae); o tubo floral pode ser longo (mais de 20 cm em espécies de Hylocereeae) ou reduzido como é visto em *Rhipsalis* Gaertn (Anderson, 2001). O perianto apresenta transição de textura e formato, onde as partes mais externas são sepalóides e as mais internas para petalóides (ALMEIDA et al. 2010). As flores dessa família também são caracterizadas pela presença de estames numerosos inseridos no interior do tubo floral, possuem anteras basifixas e na porção apical do ovário presença de nectários disciforme. Outra característica floral da família são os estigmas lobados e óvulos com placentação basal ou parietal (ZAPPI et al. 2007). O fruto é do tipo cactídio possui várias peças florais em sua formação (ALMEIDA et al., 2018).

Cactaceae está inserida na ordem Caryophyllales, com cerca de 139 gêneros e 1866 espécies (STEVENS, 2001). O grupo é dividido em cinco subfamílias Leuenbergioideae, Pereskioideae, Opuntioideae, Maihuenioideae e Cactoideae, sendo que somente Maihuenioideae não ocorre em território brasileiro. No Brasil, são reconhecidos 39 gêneros e 261 espécies, destes 14 gêneros e 188 espécies são endêmicas e, apresentam ainda, uma grande porcentagem de espécies ameaçadas de extinção (NYFFELER, 2002; WALLACE & GIBSON, 2002; ZAPPI, D., 2019). Sua distribuição geográfica é quase exclusivamente no continente americano, exceto por *Rhipsalis baccifera* (J.S. Muell.) Stearn que é encontrada no continente africano especificamente na região neotropical africana e em Madagascar (HUNT et al., 2006).

Cactaceae é uma família neotropical com espécies que ocorrem predominantemente em ambientes áridos e semiáridos, porém cerca de 150 espécies são epífitas e encontradas em florestas tropicais e subtropicais úmidas. A subfamília Cactoideae é a

que possui maior diversidade sendo composta por nove tribos dentre elas Hylocereeae e Rhipsalideae, que são compostas por espécies epífitas (ANDERSON, 2001; HUNT et al., 2006; ZAPPI et al. 2007).

A tribo Hylocereeae têm como representantes plantas epífitas ou rupícolas, de caules angulados ou aplanados e flores médias a grandes, diurnas ou noturnas. A distribuição da grande parte de espécies e centro de riqueza da tribo concentra-se na América Central, e poucas espécies estendem-se por toda América; como o gênero *Epiphyllum* Haw., que apresenta ampla distribuição na América do Sul, com a espécie *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (ANDERSON, 2001; BAUER, 2006).

Rhipsalideae ocorre principalmente na América do Sul, possui centro de diversidade e riqueza de espécies na região sudeste brasileira e leste da Bolívia, com significativa ocorrência na Mata Atlântica Brasileira. As plantas epífitas da tribo têm com caules cilíndricos, angulados e flores, em sua maioria, pequenas e diurnas (BAUER, 2006, CALVENTE et al., 2011; KOROTKOVA et al., 2011). *Rhipsalis* é gênero que possui maior representação de espécies dentro da tribo, totalizando 36 espécies, em sua grande maioria, essas espécies, são endêmicas do Brasil e grande parte destas possuem restrição em sua distribuição (CALVENTE et al., 2008).

Hylocereeae e Rhipsalideae diferem estruturalmente em relação a estrutura da flor: forma, simetria, cor, tamanho, recompensas, tempo de antese, odor, entre outras características (ALMEIDA, 2013; ALMEIDA et al. 2013)

O gênero *Rhipsalis* é representado por plantas pendentes, as flores possuem antese diurna, tubo floral inconspícuo. *Rhipsalis teres* (Vell.) Steud. é uma espécie epífita que atinge até 4m, possui ramos cilíndricos verdes-claros ou escuros, tem uma distribuição ampla pela região Sul e Sudeste do Brasil (ANDERSON, 2001; ZAPPI et al. 2007).

Diante a escassez de estudos anatômicos e estruturais da família Cactaceae o presente estudo teve como objetivo analisar morfo-anatomicamente a estrutura floral de *Rhipsalis teres*.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O material foi coletado no Campus do Litoral Paulista da Universidade Estadual Paulista (UNESP) em São Vicente, SP. O material botânico foi processado conforme técnicas usuais de histologia vegetal e analisado em microscopia de luz.

A análise morfológica foi realizada em material botânico fresco e/ou fixado em FAA 50 (JOHANSEN, 1940) e fotografado com auxílio de microscópio estereoscópio equipado com câmera fotográfica.

Para o estudo anatômico, o material foi fixado em FAA 50, desidratado em série etílica (JOHANSEN, 1940) incluído em historresina Leica, e secionado em micrótomo rotativo com 4 a 8  $\mu$ m de espessura. As seções obtidas foram coradas com Azul de

Toluídina 0,05%, pH 4,7 (O'BRIEN et al., 1965), montadas com resina sintética entre lâmina e lamínula, e fotografadas ao microscópio de luz.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O botão floral, fase inicial, é sésil e se desenvolve nas aréolas, onde na parte exterior do botão ocorrem nectários extraflorais em formato de garras (Figura 1A, B), reportado também por Almeida et al. (2012). Após o desenvolvimento, as flores são alvas, sésseis, actinomorfas com ovário inferior imerso no pericarpelo; apresenta coloração verde-amarelada, tem 6 tépalas (3 mais externas). O androceu possui 15 estames claros, com anteras rimosas. Durante o desenvolvimento, as anteras jovens apresentam 4 camadas celulares (epiderme, endotécio, camada média e tapete secretor). Nectário floral, em forma de anel, ocorre ao redor do estilete, na base do botão floral (Figura 1 C, E). O nectário tem epiderme estomatífera com ausência de tricomas e parênquima nectarífero rodeado por feixes vasculares colaterais com abundância de floema. O gineceu é composto de ovário sincárpico tricarpelar, com óvulos de placentação axilar; estilete e estigma trilobado. Os óvulos ocorrem aos pares em três regiões placentárias. O estilete tem epiderme unisseriada, parênquima, tecido transmissor compacto e 3 feixes vasculares bicolaterais (Figura 2 E). Estigma tem superfície secretora e tricomas unicelulares (Figura 1 F, 2 B). O óvulo jovem é curvo e crassinucelado, quando maduro é anátropo-campilótropo, bitegumentado, com micrópila delimitada apenas pelo tegumento interno; apresenta estruturas esféricas no interior do saco embrionário na região mais próxima à chalaza (Figura 2-F, G). Almeida et al. (2010) descreve o óvulo curvo, na, relativamente, grande flor (mais de 20 cm) da espécie epífita *Epiphyllum phyllanthus* (Hylocereeae); 'entretanto nessa espécie o óvulo é circinótropo (óvulo com curvatura de 360°), demonstrando uma diferença entre os dois grupos de epífitas em relação à estruturas florais, bem como resultado da diferença de tamanho em relação a morfologia floral.

A parede do ovário é fundida à parede pericarpelar (Figura 1C, E; 2A), o que também é possível verificar na morfologia floral de muitas espécies de cactos epífitos de Hylocereeae e Rhipsalideae (ALMEIDA, 2013; ALMEIDA et al., 2010, 2012; 2013) e cactos terrestres como em *Opuntia* (FUENTES-PÉREZ, 2009). O ovário possui epiderme externa unisseriada, seguida de 7-9 camadas de grandes células parenquimáticas (pericarpelo), 13 feixes vasculares de grande calibre, que circundam uma região de parênquima com cerca de oito camadas (ovário) e feixes invertidos de pequeno porte que terminam em fundo cego.

A flor de *R. teres* se mostrou um bom modelo para ilustrar a complexa estrutura floral na família Cactaceae, na qual foi possível analisar a vascularização do ovário por feixes invertidos, uma aparente redução do número de carpelos para três, e bifurcação dos feixes que ocorre na região da coluna, onde ocorre traços vasculares em direção



ao estilete, nectário e tubo floral.

#### 4 | CONCLUSÃO

A espécie demonstra que possuem semelhanças e divergências entre a estrutura floral de Hylocereeae e Rhipsalideae. A flor de *R. teres* se mostrou um bom modelo para ilustrar a complexa estrutura floral na família Cactaceae, na qual foi possível analisar a vascularização do ovário por feixes invertidos e bifurcação dos feixes que ocorre na região da coluna, onde ocorre traços vasculares em direção ao estilete, nectário e tubo floral.

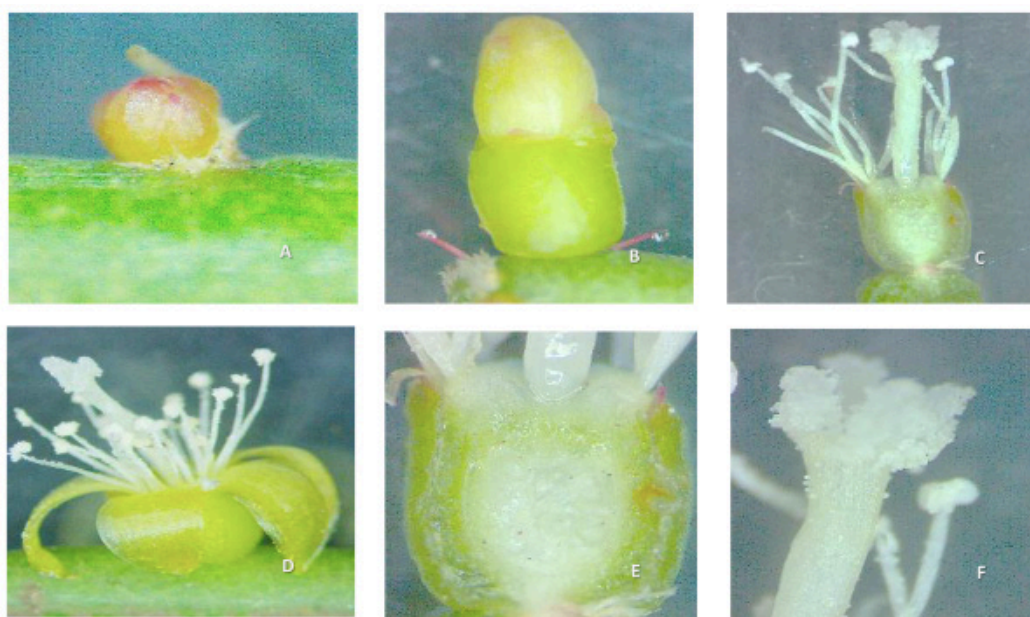


Figura 1 – Morfologia externa do botão floral e flor de *Rhipsalis teres*.

Legenda:A-B. Botão floral. C-F. Flor em antese. Barras 2 mm (A-D), 1 mm (E-F).



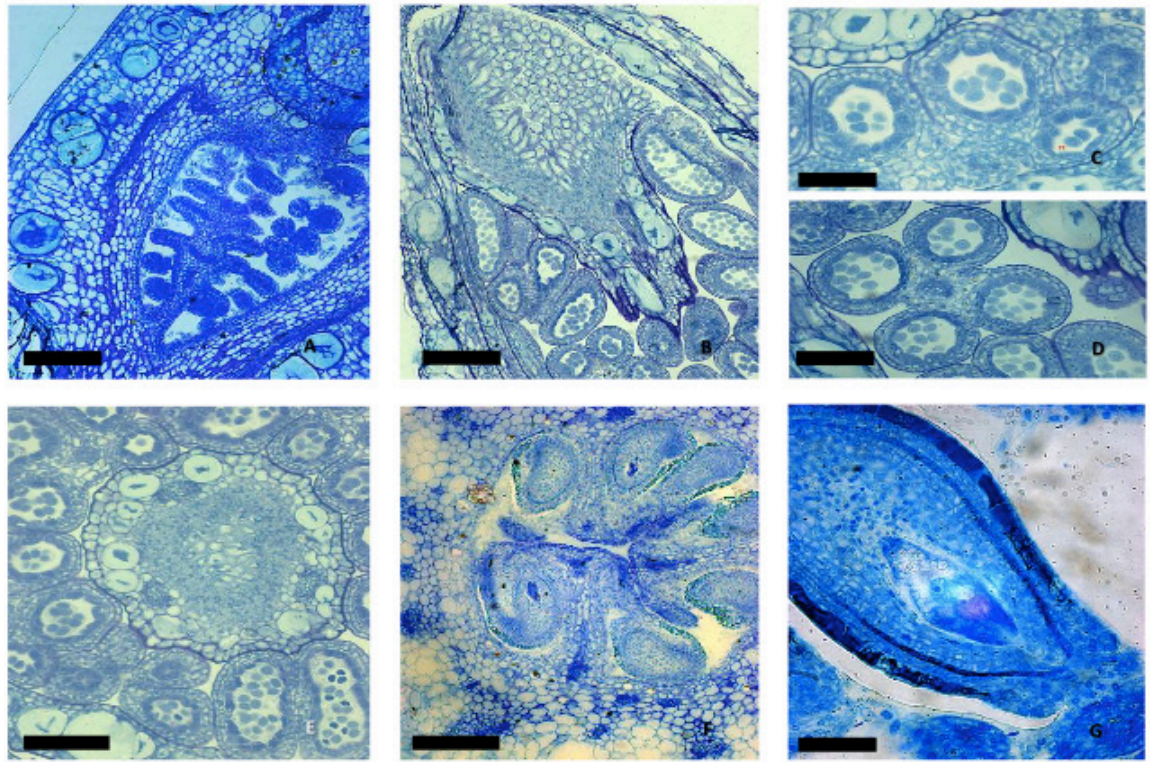


Figura 2. Anatomia floral da flor de *Rhipsalis teres*

Legenda: A-E. Botão floral. F. Ovário. G. Óvulo. A. Base botão floral CL. B. Ápice botão CL. C-D. Antera CT. E. Estilete e anteras CT. F. Ovário CT. G. Óvulo CL. Barras: 500µm (A-B), 100µm (C-E), 200µm (F), 50µm (G)

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. J. G. 2013. Órgãos reprodutivos em Hylocereeae e Rhipsalideae (Cactaceae) **morfologia floral e desenvolvimento estrutural do fruto e da semente**. 2013. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas- Biologia Vegetal) Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- ALMEIDA, O. J. G., COTA-SÁNCHEZ, J. H. & PAOLI, A. A. S. 2013. **The systematic significance of floral morphology, nectaries, and nectar concentration in epiphytic cacti of tribes Hylocereeae and Rhipsalideae (Cactaceae)**. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 15:255-268. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2013.08.001>
- ALMEIDA, O. J. G., PAOLI, A. A. S. & COTA-SÁNCHEZ, J. H. 2012. **A macro- and micromorphological survey of floral and extrafloral nectaries in the epiphytic cactus *Rhipsalis teres* (Cactoideae: Rhipsalideae)**. Flora 207:119-125. doi: 10.1016/j.flora.2011.11.004.
- ALMEIDA, O. J. G., PAOLI, A. A. S. & SOUZA, L. A. 2010. **Flower morpho-anatomy in *Epiphyllum phyllanthus* (Cactaceae)**. Revista Mexicana de Biodiversidad 81: 65-80.
- ALMEIDA, O.J.G.; SOUZA, L.A.; PAOLI, A.A.S.; COTA-SÁNCHEZ, J.H. 2018 **Pericarp development in fruit of epiphytic cacti: implications for fruit classification and macro-morphology in the Cactaceae**, Botany 96: 621-635, 2018. <https://doi.org/10.1139/cjb-2018-0074>.
- ANDERSON, E. F.; BROWN, R. 2001. **The cactus family**. Portland: Timber press.
- BAUER, D.; WAECHTER, J. L. 2006. **Sinopse taxonômica de Cactaceae epifíticas no Rio Grande do Sul, Brasil**. Acta Botanica Brasilica 20: 225-239.

CALVENTE, A. M.; ANDREATA, R. HP; VIEIRA, R. C. 2008 **Stem anatomy of *Rhipsalis* (Cactaceae) and its relevance for taxonomy.** *Plant Systematics and Evolution* 276:1-7.

CALVENTE, A.; ZAPPI, D. C.; FOREST, F. LOHMANN, L. G. 2011. **Molecular phylogeny of tribe Rhipsalideae (Cactaceae) and taxonomic implications for *Schumbergera* and *Hatiora*.** *Molecular Phylogenetics and Evolution* 58:456-468.

FUENTES-PÉREZ, M.; TERRAZAS, T.; ARIAS, S. 2009 **Anatomía floral de cinco especies de *Opuntia* (Opuntioideae, Cactaceae) de México.** *Polibotánica* 27: 89-102.

HUNT, D., TAYLOR, N. P. 2006 **The new cactus lexicon.** Milborne Port: DH Books.

JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant microtechnique.** London: McGraw-Hill Book Company, Inc.

KOROTKOVA N., BORSCH T, QUANDT D., TAYLOR, N. P., MÜLLER, K. F., & BARTHLOTT, W. 2011. **What does it take to resolve relationships and to identify species with molecular markers? An example from the epiphytic Rhipsalideae (Cactaceae)** *American Journal of Botany* 98:1549–1572. doi: 10.3732/ajb.1000502

NYFFELER, R. (2002). **Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from trnK/matK and trnL-trnF sequences.** *American Journal of Botany*, 89(2), 312-326.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. 1965 **Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O.** *Protoplasma* 59:368-373.

STEVENS, P. F. 2001. **Angiosperm Phylogeny Website.** Version 14, July 2017 [and more or less continuously updated since].” <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>”.

WALLACE, R.S. & GIBSON, A.C. 2002. **Evolution and Systematics.** In **Cacti: biology and uses (P.S. Nobel, ed.)**. Berkley: University of California Press.

ZAPPI, D.; AONA, L. Y. S.; TAYLOR, N. P. 2007. Cactaceae. Pp.163-193. In: WANDERLEY, M. G. L.; SHERPHED, G. J.; MELHEM, T. S. & GIULIETTI, A. M. (eds.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo.** São Paulo: Instituto de Botânica.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. **Cactaceae in Flora do Brasil 2020** em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB70>>. Acesso em: 23 Mar. 2019.

## COLEÇÃO CENTENÁRIA DE EUCALIPTOS NA FLORESTA ESTADUAL “EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE”

### Gabriel Ribeiro Castellano

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /  
Universidade de São Paulo.

Rio Claro – São Paulo

### Rafael Jose Camarinho

Instituto de Geociências e Ciências Exatas/  
Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho.

Rio Claro – São Paulo

**RESUMO:** A Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade”, antigo Horto Florestal de Rio Claro - SP, foi criada em 1909. O principal trabalho desenvolvido neste Horto foi com a aclimação, melhoramento genético, produção de mudas e experimentação florestal. Buscando suprir a necessidade de lenha e dormentes para as locomotivas da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, Navarro de Andrade viajou o mundo coletando sementes e optou pelo *Eucalyptus*, gênero Australiano da família das *Myrtaceae*. No ano de 1919, implantou a “Coleção de Eucaliptos” com espécies provenientes de sete regiões do mundo: Brasil, Austrália, EUA, Argentina, Argélia, África do Sul e Java. Contigua ao Museu do Eucalipto a coleção é dividida em 95 talhões e 111 linhas, inicialmente foram implantadas 123 espécies em linhas e 49 em talhões. O objetivo desse trabalho foi inventariar, mapear e identificar as espécies, a partir de visitas a campo e

levantamento bibliográfico, resultando em um total de 45 espécies identificadas. Das espécies introduzidas na coleção de eucaliptos as que melhor se adaptaram, mesmo após muitos anos sem o adequado manejo foram: *E. saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. tereticornis*, *E. microcorys*, *C. citriodora*, *C. maculata*, *E. alba* e *E. paniculata*. A coleção representa um marco da silvicultura mundial devido ao seu valor histórico, técnico e científico, deve, portanto, ser manejada de forma a maximizar os benéficos ecossistêmicos, entre eles a produção de produtos e subprodutos florestais, a conservação de materiais genéticos, além das funções de uso público e de lazer.

**PALAVRAS-CHAVE:** FEENA; Horto; Eucalipto; Rio Claro; Coleção.

### CENTENARIAN EUCALYPTUS ARBORETUM AT “EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE” FOREST

**ABSTRACT:** The State Forest “Edmundo Navarro de Andrade”, former Rio Claro Experimental Station, was created in 1909. The main work developed in this Forest was acclimatization, genetic improvement, seedling production and forest experimentation. Dr. Navarro de Andrade chief forester of “Paulista” Railway Company of the State of São Paulo, seeking to supply the

firewood needs of the locomotives, traveled the world collecting seeds, and opted for the almost exclusively Australian native genus *Eucalyptus* (family: *Myrtaceae*). In 1919, the “*Eucalyptus* Arboretum” was implanted, divided into 95 plots and 111 lines. The seeds came from seven regions of the world: Brazil, Australia, USA, Argentina, Algeria, South Africa and Java. The objective of this work is to produce an inventory and identify the species. From field visits and bibliographical survey, we identified 37 out of the 49 species initially implanted in plots. Of the 123 species originally implanted in lines we found 27, although it was not possible to perform botanical identification of 40 rows from the Arboretum. Of these species 10 have been found to adapt excellently to Eastern Brazil: *E. saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. tereticornis*, *E. microcorys*, *C. citriodora*, *C. maculata*, *E. alba* e *E. paniculata*. The Arboretum represents a milestone in forestry experimentation due to its historical, technical and scientific value. The collection must be managed in a way to maximize beneficial ecosystems, including the production of forest products, seed collection, the conservation of genetic materials, also public use and leisure functions.

**KEYWORDS:** FEENA; Garden; Eucalyptus; Forest; Arboretum.

## 1 | INTRODUÇÃO

A história de sucesso do eucalipto no Brasil e da própria Silvicultura Brasileira se confunde com a “Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade” - FEENA, antigo Horto Florestal de Rio Claro, e a vida do engenheiro agrônomo Edmundo Navarro de Andrade, contratado pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro – Cia. Paulista para encontrar uma essência florestal capaz de suprir a demanda de madeira para as locomotivas e a construção de dormentes para as ferrovias.

Após sua formatura pela Universidade de Coimbra de Portugal, Navarro regressa ao Brasil e em 1903 é convidado pelo então Presidente da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, Conselheiro Antônio Prado, a assumir o cargo de Diretor do Horto de Jundiaí, iniciou neste Horto em 18 de janeiro de 1904, os estudos comparativos do desenvolvimento de essências florestais indígenas e exóticas de valor econômico, sem possuir ainda, preferência por nenhum gênero, implantou em ensaios populacionais de aclimatação e crescimento com espécies de eucaliptos e árvores indígenas, além de uma variedade de essências da América, Europa e Austrália (ANDRADE, 1941).

Sendo destacado o gênero exótico para os primeiros povoamentos florestais, Edmundo iniciou experimentações para a escolha da espécie que melhor adaptasse as condições edafoclimáticas do Estado de São Paulo, e ao mesmo tempo, conviesse aos produtos que a Cia Paulista desejava obter: dormentes e lenha. Os estabelecimentos oficiais, como o Instituto Agrônomico de Campinas e o Horto Botânico da capital, contavam com um número reduzido de exemplares do gênero *Eucalyptus*. Os dados em revistas técnicas nacionais eram transcrições de autores estrangeiros, ademais o Horto de Jundiaí não possuía uma biblioteca nem recursos para adquirir obras estrangeiras (ANDRADE, 1909).



Outra dificuldade premente era a obtenção de sementes, não havia em São Paulo representatividade de espécies de eucaliptos, naquele momento a compra era realizada no estrangeiro, na firma “*Vilmorin-Andrieux*” de Paris, porem além dos preços exagerados e enganos nas remessas, aquela casa adquiria o produto na Austrália, que chegava ao Brasil sem o potencial germinativo desejável. Passou-se então a adquirir sementes em casas estabelecidas em Los Angeles, Califórnia: “*Theodore Payne*” e “*Mooris Snow Seed Co.*”, que colhiam as sementes nas coleções da Estação Florestal de Santa Monica mantida pela Universidade da Califórnia, e nas plantações no rancho de Ellwood Cooper celebre autor da obra “*Forest Culture and Eucalyptus Trees*”, cuja primeira edição foi publicada em 1876 (NAVARRO, 1911).

Em vista dessas condições, Navarro procurou organizar uma coleção com o maior número possível de espécies e de exemplares, que implantou no Horto de Jundiaí, inicialmente com 72 espécies de eucaliptos representadas por 5 indivíduos, das quais muitos morreram, apresentaram fraco desenvolvimento ou uma necessidade inviável de cuidados. Assim pela observação empírica, foram se definindo as melhores espécies e descartando outras, como o *Eucalyptus occidentalis* que na época era amplamente cultivado na América do Norte, porem as observações iniciais demonstraram pouco crescimento em Jundiaí, sendo reduzida esta primeira coleção há 58 espécies aclimatadas (NAVARRO, 1909).

Com a observação das melhores espécies iniciou-se o plantio em larga escala no Horto de Jundiaí, com 120 hectares, e no recém adquirido Horto de Boa Vista de 62 hectares, no fim do ano de 1909 a Cia Paulista já possuía 52.000 pés de eucaliptos definitivamente plantados e 8.000 pés de outras essências indígenas e exóticas. Mesmo que a principio pareça pequeno esse número, é preciso considerar que os dois primeiros anos foram exclusivamente consumidos em culturas experimentais e esse número não demonstra o total de mudas plantadas já que muitas plantações foram substituídas por não satisfazer ao fim pretendido pela Cia Paulista (NAVARRO, 1909).

Considerando que no campo da Silvicultura o tempo é medido em décadas e a vida das arvores em séculos, Navarro com receio de retirar conclusões precipitadas, propôs que a Companhia adquirisse novas terras para aumentar o campo de análise, objetivando a implementação de parcelas experimentais em larga escala e o plantio comercial de algumas espécies, o que ocorreu no ano de 1909, quando foram adquiridos 2.500 hectares no município de Rio Claro, procurava além disso, estabelecer pequenas coleções em diversos pontos da malha ferroviária da Cia Paulista, conseguindo dados em diferentes condições de clima e solo (ANDRADE, 1911; ANDRADE, 1941).

No ano de 1911, a Cia Paulista possuía aclimatadas nos Hortos de Jundiaí, Boa Vista e Rio Claro 75 espécies, organizadas em três grandes coleções. No Horto de Rio Claro, em um talhão especial, foi estabelecida em dezembro de 1909 uma coleção de trinta espécies, cada uma representada por vinte exemplares, implantadas em um triângulo equilátero, á sete metros. Além dessa, foi organiza uma outra coleção em julho de 1910 com dez exemplares, de quinze espécies, de menor interesse comercial

para a Cia Paulista. As espécies indicadas pelas observações em oito anos de estudos para cultivo em larga escala eram: *Eucalyptus botryoides*, *E. citriodora*, *E. colossea*, *E. corynocalyx*, *E. globulus*, *E. longifolia*, *E. maculata*, *E. robusta*, *E. rostrata*, *E. tereticornis* (ANDRADE, 1911).

No ano de 1911, Navarro também já havia introduzido com sucesso nos Hortos de Jundiaí, Boa Vista e Rio Claro as seguintes espécies: *Eucalyptus eugenioides*, *E. melliodora* e *E. viminalis* com mais de 200 exemplares; *Eucalyptus acmenioides*, *E. gigantea*, *E. pilularis*, *E. polyanthema*, *E. resinifera* e *E. saligna* com mais de vinte plantas; *Eucalyptus calophylla*, *E. capitellata*, *E. cornuta*, *E. creba*, *E. leucoxydon*, *E. microphylla*, *E. paniculata*, *E. pulvurulenta*, *E. punctata*, *E. melanophloia*, *E. redunca*, *E. rudis* e *E. stuartiana* com mais de 50 exemplares; *Eucalyptus amygdalina*, *E. bicolor*, *E. erythronema*, *E. eximia*, *E. gomphocephala*, *E. goniocalix*, *E. gunni*, *E. jugalis*, *E. microtheca*, *E. occidentalis*, *E. regnans* e *E. trabut* com mais de dez árvores; *Eucalyptus acervula*, *E. andreana*, *E. angulosa*, *E. coriacea*, *E. cosmophylla*, *E. decipiens*, *E. dives*, *E. faecunda*, *E. ficifolia*, *E. gomphocornuta*, *E. graciliapes*, *E. haemastoma*, *E. hemiphloia*, *E. lehmannii*, *E. loxophleba*, *E. macrandra*, *E. macrorryncha*, *E. macrocarpa*, *E. marginata*, *E. megacarpa*, *E. microcorys*, *E. muelleri*, *E. obtusifolia*, *E. piperita*, *E. planchoniana*, *E. platypus*, *E. raveretiana*, *E. risdoni*, *E. santalifolia*, *E. siderophloia* e *E. sieberiana* que possuíam apenas entre cinco e dez exemplares vivos nos Hortos, completando assim as 75 espécies introduzidas na primeira década do século XX (ANDRADE, 2011).

Navarro continuou a implantar o maior número possível de espécies de eucaliptos em ensaios comparativos, chegando a manter em cultura nos seus Hortos 123 espécies, a maioria delas introduzidas pela primeira vez no nosso país. Em 1913, viajou em expedição para a Oceania a fim de esclarecer pontos ainda obscuros sobre o cultivo do eucalipto, aonde foi apresentado com um valioso herbário e uma coleção de sementes de 130 espécies do gênero, pelo então Diretor do Jardim Botânico de Sydney Dr. John Henry Maiden, autor da obra monumental “*A Critical Revision of the Genus Eucalyptus*” (ANDRADE, 1922; ANDRADE, 1941).

Além das sementes de espécies obtidas na Austrália, obteve material de outras 100 espécies de eucaliptos cultivadas em países como a Argélia e África do Sul, destacando-se os híbridos obtidos do Dr. Louis Trabut conhecidos como *Eucalyptus trabuti*, *E. alegrienses*, *E. antipolytenses* e *E. oranensis*. Inspirado pelo então Diretor de Agricultura da Argélia, o pesquisador brasileiro inicia a experimentação com hibridação, sendo considerado o melhor deles o *E. paulistana* obtido pela reprodução natural de *E. globulus* X *E. robusta* (ANDRADE, 1941). Em novembro de 1918, na sua segunda viagem a Java, Navarro obteve dois quilos de sementes do *E. alba*, colhidas nos soberbos exemplares do antigo Jardim Botânico de Buitenzorg (ANDRADE, 1930).

Transformado em sede do Setor Florestal da Cia Paulista, o Horto de Rio Claro, recebe em 1916 a instalação do Museu do Eucalipto, único do gênero no mundo, criado com a finalidade de mostrar os usos econômicos do eucalipto e divulgar seus estudos



e ensaios populacionais em aclimação de procedências de eucalipto, representa um marco da silvicultura mundial na hibridação, genética e zoologia. A constituição das salas, ou seja: o seu assoalho, forro, piso, molduras de quadros, lustres e mobiliário, são todos feitos de madeiras de diferentes espécies de eucaliptos.

A FEENA possui ainda hoje a maior variedade de espécie de eucalipto do Brasil, o que a torna referência no cultivo e pesquisa da planta e a faz conhecida como “berço do eucalipto”. Contíguo ao Museu em 1919, Navarro implantou em 1919 uma grande coleção (figura 1), com 123 espécies das 144 (ANDRADE, 1961) que tentou introduzir em São Paulo, sendo distribuída em talhões e em linhas, é considerada o museu vivo do eucalipto, disponibiliza aos visitantes a observação “*in loco*” do potencial de espécies, de diferentes países: Brasil, Austrália, Estados Unidos da América, Argentina, Argélia, África do Sul e Java.

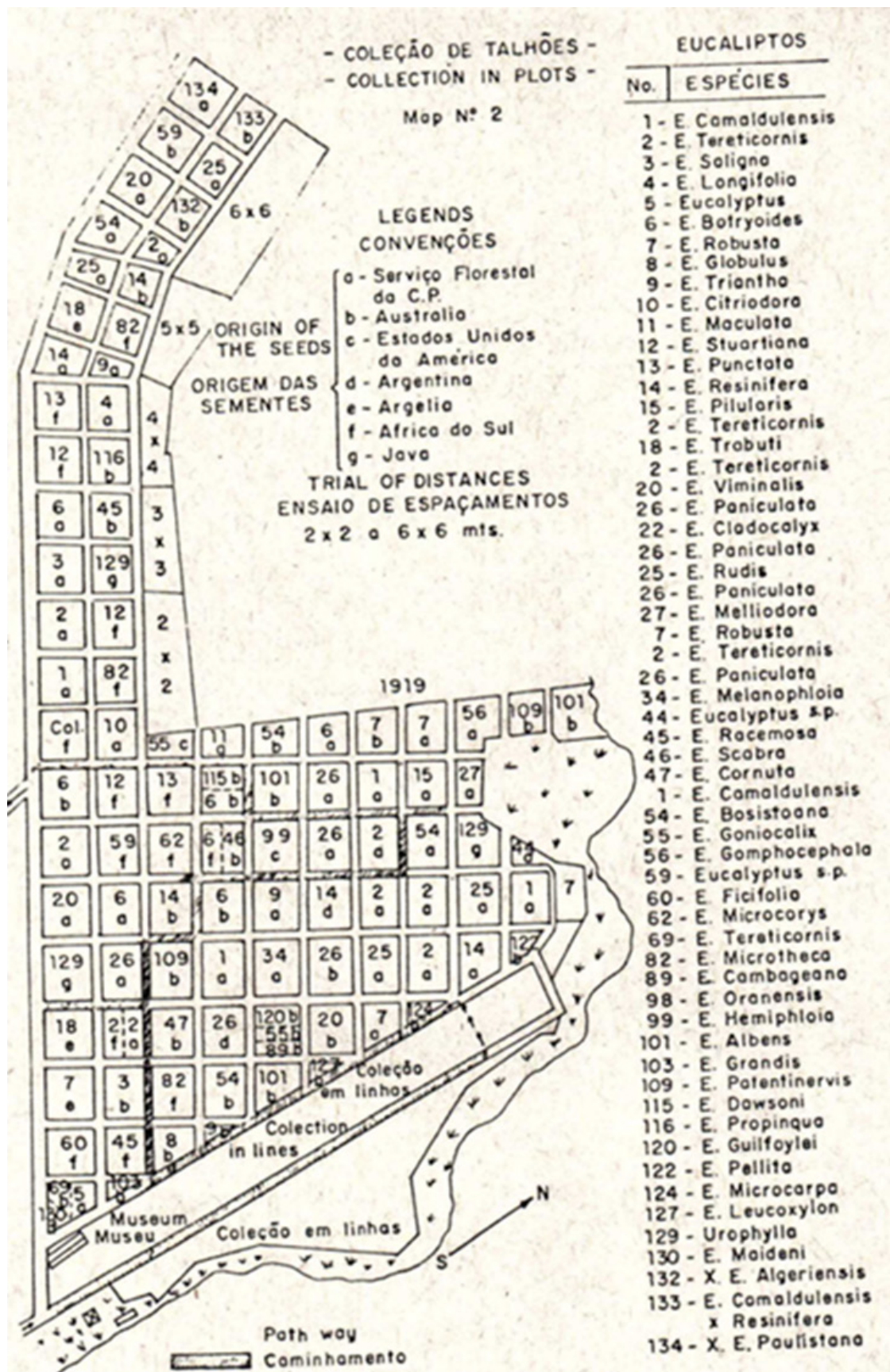


Figura 1 – Cada espécie recebia um número de introdução e registro no Serviço Florestal da Companhia Paulista, a figura mostra os talhões e a espécie plantada com a respectiva procedência, indica a localização do Museu e da “Coleção em Linhas”. Fonte: Fonseca, 1980.

Em 1976, foi encaminhado ao Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo - CONDEPHAAT, o pedido

de tombamento do Horto Florestal, cuja resolução foi assinada em 9 de dezembro de 1977, sendo o primeiro tombamento da paisagem ocorrido no Brasil. No ano de 2002, o Horto foi transformado em Floresta Estadual, dentro da categoria de Unidade de Conservação de Uso Sustentável conforme Lei Federal n.º 9.985/ 2000, sob a administração da Secretaria do Estado de Meio Ambiente (INSTITUTO FLORESTAL, 2005).

Objetiva-se com esse trabalho caracterizar e sistematizar a “Coleção de Eucaliptos” e a partir dos dados gerados subsidiar um plano de intervenções e manejo para a área no sentido de promover a preservação da coleção e das espécies ali implantadas, notadamente um patrimônio histórico e científico, potencial recurso genético/biológico que pode ser integrado na economia local através da promoção do turismo, educação ambiental e a coleta de sementes.

## 2 | METODOLOGIA

A partir do levantamento bibliográfico e visitas a campo elaborou-se uma proposta de numeração dos talhões, identificando os espécimes e os talhões existentes, acrescenta-se o mapeamento e as indicações gerais para o manejo florestal das parcelas da coleção, de forma a permitir a restauração das funções originais sejam elas ecológicas, econômicas, históricas, culturais ou de visitação. Foi mantida a nomenclatura de espécies conforme o número de introdução do Serviço Florestal da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, com exceção das espécies do gênero *Corymbia*.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A FEENA está localizada no Município de Rio Claro a 173 km a noroeste da capital do Estado de São Paulo, possui área de 2.230 hectares, localizada nas coordenadas 22° 25' S e 47° 38' W, insere-se na classificação Cwa de Köppen: mesotérmico (com temperatura média do mês mais frio entre -3 °C e 18 °C) e tropical de altitude (com inverno seco e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C). Dos 95 talhões (parcelas) pré-existentes, com área média de 1.600m<sup>2</sup> em espaçamento 2 X 2 metros, quatro são subdivididos internamente, a parcela 1 é dividida em glebas A, B e C, as parcelas 44, 54, 91 são divididos em A e B, sendo que em cada sub parcela consta uma espécie.

Ao total foram mensuradas na coleção em talhões 1658 árvores e identificadas 31 espécies do gênero *Eucalyptus*, duas do gênero *Corymbia* e quatro híbridos, provenientes de sete regiões do mundo: Brasil, Austrália, EUA, Argentina, Argélia, África do Sul e Java, os estudos comparativos demonstravam os melhores cultivares (CASTELLANO *et al*, 2013). Do ponto de vista de sua composição e forma pode





Os trinta e um espécimes de *Eucalyptus* identificados na “Coleção em talhões” (tabela 1) foram: *E. albens*, *E. camaldulensis*, *E. cambageana*, *E. cornuta*, *E. bosistoana*, *E. botryoides*, *E. dawsoni*, *E. gomphocephala*, *E. grandis*, *E. guilfoylei*, *E. leucoxylon*, *E. longifolia*, *E. melanophloia*, *E. melliodora*, *E. microcorys*, *E. microtheca*, *E. paniculata*, *E. pellita*, *E. pilularis*, *E. propinqua*, *E. punctata*, *E. racemosa*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. rudis*, *E. tereticornis*, *E. triantha*, *E. saligna*, *E. stuartiana*, *E. alba* e *E. viminalis* (CASTELLANO *et al*, 2013)

Talhão	Espécie	Procedência	Área m <sup>2</sup>	DAP (cm)	Alt. (m)	Plantas
T01A	<i>E. maidenii</i>	África do Sul	622	96	50	5
T01B	<i>E. amplifolia</i>	Austrália	253	-	-	0
T01C	<i>E. regnans</i>	SD	598	-	-	0
T02	<i>E. grandis</i>	Brasil	559	124	65	8
T03	<i>E. ficifolia</i>	África do Sul	1596	-	-	0
T04	<i>E. racemosa</i>	África do Sul	1609	65	50	41
T05	<i>E. globulus</i>	Austrália	1348	-	-	0
T06	<i>E. triantha</i>	Austrália	512	27	47	35
T07	<i>E. robusta</i>	Brasil	1679	58	44	21
T08	<i>E. saligna</i>	Austrália	1692	130	78	29
T09	<i>E. microtheca</i>	África do Sul	1640	-	-	0
T10	<i>E. bosistoana</i>	Austrália	1692	91	48	9
T11	<i>E. albens</i>	Austrália	1452	-	-	0
T12	<i>E. leucoxylon</i>	Austrália	495	97	62	1
T13	<i>E. trabutii</i>	Argélia	1662	80	56	6
T14	<i>E. tereticornis</i>	AS/Austrália	1676	124	57	5
T15	<i>E. cornuta</i>	Austrália	1615	59	38	1
T16	<i>E. paniculata</i>	Argentina	1676	87	62	49
T17A	<i>E. guilfoylei</i>	s/ dados	567	94	58	34
T17B	<i>E. goniocalix</i>	Austrália	569	-	-	0
T17C	<i>E. cambageana</i>	Austrália	567	42	SD	1
T18	<i>E. viminalis</i>	Austrália	1537	38	48	1
T19	<i>E. robusta</i>	Brasil	1424	70	48	22
T20	<i>E. nicrocarpa</i>	Austrália	608	-	-	0
T21	<i>E. alba</i>	Java	1656	80	58	102
T22	<i>E. paniculata</i>	Brasil	1670	96	59	64
T23	<i>E. patentinervis</i>	Austrália	1609	61	46	19
T24	<i>E. camaldulensis</i>	Brasil	1669	124	56	3
T25	<i>E. melaniphloia</i>	Brasil	1696	62	SD	1
T26	<i>E. paniculata</i>	Austrália	1531	97	60	79
T27	<i>E. rudis</i>	Brasil	1604	88	57	14
T28	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	1673	113	54	22
T29	<i>E. resinifera</i>	Brasil	1438	104	52	46
T30	<i>E. pellita</i>	Austrália	494	61	52	12
T31	<i>E. viminalis</i>	Brasil	1690	69	48	9
T31a	<i>E. botryoides</i>	Brasil	1704	81	49	12
T32	<i>E. resinifera</i>	Austrália	1642	82	51	24

T33	<i>E. botryoides</i>	Austrália	1703	83	48	2
T34	<i>E. triantha</i>	Brasil	1704	129	48	10
T35	<i>E. resinifera</i>	Argentina	1562	109	47	5
T36	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	1637	92	54	8
T37	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	1707	89	57	37
T38	<i>E. rudis</i>	Brasil	1644	80	42	9
T39	<i>E. camaldulensis</i>	Brasil	327	121	44	3
T40	<i>E. obliqua</i>	Brasil	Alagado	-	-	-
T41	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	1651	117	48	14
T42	<i>Eucalyptus</i> ssp	África do Sul	1664	44	39	4
T43	<i>E. microcorys</i>	África do Sul	1603	91	59	54
T44A	<i>E. botryoides</i>	África do Sul	832	86	48	3
T44B	<i>E. scabra</i>	Austrália	832	-	-	0
T45	<i>E. hemiphloia</i>	EUA	1690	-	-	0
T46	<i>E. paniculata</i>	Brasil	1526	69	50	10
T47	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	1598	129	53	17
T48	<i>E. bosistoana</i>	Brasil	1667	93	53	19
T49	<i>E. urophylla</i>	Java	1498	90	55	63
T50	<i>E. redunca</i>	Brasil	Alagado	-	-	0
T51	<i>E. botryoides</i>	Austrália	1666	76	44	4
T52	<i>E. stuartiana</i>	África do Sul	1679	85	47	7
T53	<i>E. punctata</i>	África do Sul	1618	90	55	16
T54A	<i>E. dawsoni</i>	Austrália	839	72	55	1
T54B	<i>E. botryoides</i>	Austrália	839	-	-	0
T55	<i>E. albens</i>	Austrália	1706	61	39	1
T56	<i>E. paniculata</i>	Brasil	1539	110	54	16
T57	<i>E. camaldulensis</i>	Brasil	1613	110	59	16
T58	<i>E. pilularis</i>	Brasil	1682	151	66	39
T59	<i>E. melliodora</i>	Brasil	1598	61	41	4
T61	Coleção F.	SD	1405	84	52	15
T62	<i>C. citriodora</i>	Brasil	1405	102	54	53
T62	<i>E. goniocalix</i>	EUA	1589	-	-	0
T63	<i>C. maculata</i>	Brasil	1756	101	61	52
T64	<i>E. bosistoana</i>	Austrália	1894	65	45	9
T65	<i>E. botryoides</i>	Brasil	1807	120	53	9
T66	<i>E. robusta</i>	Austrália	1991	77	41	47
T67	<i>E. robusta</i>	Brasil	2184	74	40	28
T68	<i>E. gomphocephala</i>	Brasil	2709	75	44	11
T 69	<i>E. kyrtoniana</i>	Austrália	Alagado	-	-	0
T70	<i>E. albens</i>	Austrália	Alagado	-	-	0
T71	<i>E. camaldulensis</i>	Brasil	1406	90	60	7
T72	<i>E. microtheca</i>	África do Sul	1406	-	-	0
T73	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	1406	108	56	16
T74	<i>E. stuartiana</i>	África do Sul	1406	129	46	6
T75	<i>E. saligna</i>	Brasil	1406	90	63	27
T76	<i>E. alba</i>	Java	1406	86	44	42
T77	<i>E. botryoides</i>	Brasil	1406	85	54	6
T78	<i>E. racemosa</i>	Austrália	1406	82	48	19
T79	<i>E. stuartiana</i>	África do Sul	1406	102	54	18



T80	<i>E. propinqua</i>	Austrália	1406	93	57	63
T81	<i>E. punctata</i>	África do Sul	1406	88	52	30
T82	<i>E. longifolia</i>	Brasil	1406	81	42	1
T83	<i>E. resinifera</i>	Brasil	2063	80	46	8
T84	<i>E. triantha</i>	Brasil	1507	46	46	6
T85	<i>E. trabuti</i>	Argélia	1501	96	46	9
T86	<i>E. microtheca</i>	África do Sul	1570	62	43	3
T87	<i>E. paniculata</i>	Brasil	1794	73	50	42
T88	<i>E. resinifera</i>	Austrália	1627	93	53	16
T89	<i>E. bosistoana</i>	Brasil	1973	94	54	18
T90	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	1824	77	49	6
T91	<i>E. viminalis</i>	Brasil	1706	75	28	1
T91A	<i>E. algeriensis</i>	Austrália	1742	90	56	52
T92	<i>E. ssp</i>	Austrália	1243	96	45	5
T93	<i>E. rudis</i>	Brasil	1269	94	47	16
T94	<i>E. paulistana</i>	Brasil	1246	-	-	0
T95	<i>E. cam.X E.resi.</i>	Brasil	1775	96	52	19

Tabela 1 – Descrição e numeração da “Coleção em Talhões”, procedência, área da parcela, diâmetro máximo, altura máxima e número de indivíduos remanescentes. Sem dados - SD.  
Fonte: Adaptado de Castellano *et al* (2013).

Ainda, os espécimes de *Corymbia citriodora* e *C. maculata*, e quatro híbridos: *Eucalyptus algeriensis* (Austrália), *E. camaldulensis X E. resinifera.*, *E. patentinervis* (Austrália) e *E. trabuti* (Brasil, Argélia). Encontram-se apenas um indivíduo vivo das seguintes espécies *E. albens*, *E. cambageana*, *E. cornuta*, *E. dawsoni*, *E. longifolia*, *E. leucoxyton* e *E. melanophloia* (CASTELLANO *et al*, 2013).

Algumas das espécies originalmente implantadas não se encontram mais indivíduos vivos: *Eucalyptus hemiphloia*, *E. ficifolia*, *E. globulus*, *E. goniocalix*, *E. kyrtoniana*, *E. maidenii*, *E. microcarpa*, *E. obliqua*, *E. oranensis*, *E. paulistana* (híbrido brasileiro de *E. robusta X E. globulus*), *E. redunca* e *E. scabra* o que se deve a não adaptação de vários genótipos, agravada pela ausência de manejo adequado. O talhão 61 é uma coleção de espécies não identificadas (CASTELLANO *et al*, 2013). Observou-se que as parcelas de número 40 de *E. obliqua*, 50 de *E. redunca*, 69 de *E. kyrtoniana* e 70 de *E. albens* encontram-se alagadas pela expansão do lago central (figura 2).

As espécies que apresentaram maior diâmetro máximo (> 120 cm) foram *Eucalyptus camaldulensis*, *E. saligna*, *E. grandis*, *E. stuartiana*, *E. tereticornis*, *E. triantha* e *E. pilularis*, sendo que o último apresentou diâmetro máximo de 1,5 metros. As espécies que apresentaram as maiores alturas (> 60 m) foram *E. grandis*, *E. leucoxyton*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *C. maculata* e *E. saligna*, sendo que o último apresentou 78 metros de altura. A espécie com maior número de indivíduos na “Coleção em Talhões” é o *E. paniculada* com 260 árvores, seguido por *E. alba* com 207 indivíduos e o *E. tereticornis* com 119.

A coleção em linhas (tabela 2) foi implantada originalmente em 110 linhas com

espaçamento de 2 X 2 metros, com 123 espécies das quais nem todas sobreviveram, ao longo do tempo foram efetuadas diversas substituições o que dificulta o trabalho de identificação dos eucaliptos atualmente encontrados, existem também muitos exemplares provenientes de regeneração natural principalmente das espécies *Eucalyptus alba*, *E. propinqua* e *E. botryoides*.

Linha	Lado	Espécie	Procedência	DAP. (cm)	Alt. (m)	Plantas
17	D	<i>E. saligna</i>	Brasil	117	53	1
17	E	<i>E. saligna</i>	Austrália	94	62	4
18	E	<i>E. bosistoana</i>	Austrália	36	18	2
19	E	<i>E. camaldulensis</i>	Austrália	100	61	1
20	E	<i>E. robusta</i>	Austrália	82	46	4
23	D	<i>E. pilularis</i>	Brasil	97	42	1
23	E	<i>E. pilularis</i>	Austrália	117	71	7
24	D	<i>E. paniculata</i>	Brasil	92	28	1
24	E	<i>E. paniculata</i>	Austrália	91	68	7
25	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	40	22	1
26	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	83	44	1
28	E	<i>E. triantha</i>	Austrália	82	51	6
30	E	<i>E. propinqua</i>	Austrália	95	66	11
31	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	65	42	1
32	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	54	47	1
32	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	110	42	1
34	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	70	47	3
35	D	<i>E. paniculata</i>	Argentina	68	47	4
36	D	<i>E. paniculata</i>	Brasil	57	23	2
37	D	<i>E. paniculata</i>	Brasil	49	17	2
38	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	71	47	4
39	D	<i>E. albens</i>	USA	26	19	1
40	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	71	55	3
41	D	<i>E. tereticornis</i>	SD		34	1
42	D	<i>E. blakelyi</i>	Brasil	71	43	5
42	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	106	48	2
43	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	48	44	2
44	E	<i>E. maculata</i>	Austrália	86	68	8
44	D	<i>E. maculata</i>	Brasil		42	1
45	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	21	27	1
45	D	<i>E. blakelyi</i>	USA	50	32	6
46	E	<i>E. rudis</i>	Austrália	36	20	1
46	D	<i>E. robusta</i>	Brasil	86	36	6
47	E	<i>E. maideni</i>	Austrália	87	46	1
47	D	<i>E. punctata</i>	África	74	48	10
48	D	<i>E. punctata</i>	Brasil	94	45	7
49	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	95	68	11
50	D	<i>E. rudis</i>	SD	103	53	10
51	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	61	48	8

52	D	<i>E. botryoides</i>	Brasil	91	59	9
53	E	<i>E. eximia</i>	Austrália	70	45	2
53	D	<i>E. eximia</i>	Brasil	79	62	10
54	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	63	35	11
55	D	<i>E. racemosa</i>	SD	82	50	10
56	D	<i>E. racemosa</i>	SD	79	40	11
56	E	<i>E. umbra</i>	Austrália	72	50	8
57	D	<i>E. microcorys</i>	África	91	58	18
57	E	<i>E. microcorys</i>	SD	72	66	2
58	D	<i>E. microcorys</i>	Brasil	88	52	11
58	E	<i>E. microcorys</i>	Austrália	104	67	14
59	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	44	54	5
59	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	68	35	3
60	D	<i>E. stuartiana</i>	África	94	29	3
60	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	83	35	2
61	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	83	56	5
62	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	64	38	1
63	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	66	45	1
64	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	37	34	1
65	D	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	84	61	3
65	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	32	35	1
67	E	<i>E. lindleyana</i>	Austrália	57	49	4
69	D	<i>E. saligna</i>	SD	SD	47	2
69	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	54	42	1
70	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	89	53	4
71	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	73	41	2
71	E	<i>E. alba</i>	Java	92	66	11
72	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	58	49	3
73	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	80	53	1
73	E	<i>E. robusta</i>	SD	82	48	1
74	E	<i>E. scabra</i>	Austrália	96	57	5
75	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	51	33	2
76	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	SD	57	1
77	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	45	25	2
78	E	<i>E. baileyana</i>	Austrália	75	30	5
79	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	78	48	1
80	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	80	30	1
80	E	<i>E. megacarpa</i>	SD	54	56	3
81	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	72	46	1
81	E	<i>E. robusta</i>	Austrália	90	50	6
82	D	<i>E. robusta</i>	Argentina	57	34	2
85	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	78	25	1
86	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	79	44	1
90	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	69	26	1
90	E	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	55	27	3
92	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	39	31	2
92	E	<i>E. tereticornis</i>	Brasil	58	32	1
93	E	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	19	12	1

94	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	78	21	1
94	E	<i>E. camaldulensis</i>	Brasil	68	58	2
95	D	<i>Eucalyptus</i> ssp	SD	24	16	1
95	E	<i>E. robusta</i>	Argélia	69	43	4
96	E	<i>E. beyeri</i>	Brasil	69	44	2
97	D	<i>E. robusta</i>	SD	74	35	1
99	E	<i>E. scabra</i>	SD	57	42	2
101	E	<i>E. paniculata</i>	SD	61	43	2

Tabela 2 – Descrição e numeração da “Coleção em linhas”, diâmetro máximo, altura máxima, procedência e número de indivíduos remanescentes. Fonte: Autores. SD= Sem Dados.

Existem indivíduos remanescentes de vinte e sete espécies na “Coleção em linhas”: *Corymbia maculata*, *Eucalyptus albens*, *E. alba*, *E. bosistona*, *E. botryoides*, *E. microcorys*, *E. paniculata*, *E. pilularis*, *E. propinqua*, *E. punctata*, *E. robusta*, *E. rudis*, *E. racemosa*, *E. saligna*, *E. stuartiana*, *E. scabra*, *E. teretecornis*, *E. triantha*, *E. camaldulensis*, *E. umbra*, *E. maidenii*, *E. beyeri*, *E. blakely*, *E. baleyana*, *E. eximia*, *E. lindleyana* e *E. megacarpa*. Sendo que as oito últimas não foram encontradas na coleção em talhões, totalizando ao menos 45 espécies identificadas na “Coleção de Eucaliptos”. Releva-se que em 40 linhas não foi possível realizar a identificação botânica devido há espécies pouco usuais no país, aos cadastros desatualizados e a substituição de espécies.

Para Navarro a Companhia Paulista podia se orgulhar de possuir a mais rica e bela coleção de eucaliptos do mundo, destacava o *Eucalyptus alba* com sementes provenientes de Java, e o *E. algeriensis*, cujas sementes lhe foram oferecidas pelo Dr. Louis Trabut, quando em viagem para a Argélia, completa ainda que em Rio Claro existem implantadas diversas espécies de madeira indígenas, e embora possa magoar o patriotismo nacional, as espécies tem fraco crescimento comparado a espécie Australiana (ANDRADE, 1922).

O pesquisador Australiano J. H. Maiden, escolheu para doação as sementes de espécies que acreditava que melhor se adaptariam ao Brasil, apesar disso Navarro destacou apenas 50 destas com bom crescimento, e apenas 25 com crescimento excepcional, o brasileiro demonstrou que as sementes oriundas da “Western Austrália” falharam, sem exceção ao ser implantadas no país, como o *Eucalyptus gonicalyx*, que possuía pouco crescimento quando plantado de sementes originadas da Austrália, e excelente crescimento com sementes trazidas da Califórnia (ANDRADE, 1941).

A recuperação e a preservação da coleção englobam diversas funções, como a educacional, o local é base da diversidade de espécies cultivadas e universidades utilizam o local para o ensino em disciplinas de silvicultura, botânica e ecologia florestal. Releva-se ainda, o aspecto paisagístico e a visitação pública, a FEENA é tombada pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT).

Como propostas de manejo: o desbaste, que é o corte seletivo de árvores; o

replanteio respeitando a memória histórica das espécies e a disponibilidade de sementes e mudas em viveiro, além da adequação fenotípica ao tipo de solo e sombreamento; o controle de pragas, doenças e espécies invasoras; projetar trilhas de interpretação da natureza; elaborar mapas temáticos; produzir e editar material publicitário, de divulgação de apoio e suporte das ações e atividades descritas; criar uma marca definida, com um logo específico; criar um colegiado, com a participação de outras entidades regularmente constituídas, previamente cadastradas como interessadas no desenvolvimento das atividades na coleção; estabelecer um cronograma de investimentos e buscar fontes de recurso.

#### 4 | CONCLUSÕES

Foram identificadas 45 espécies na “Coleção em talhões e em linhas”. Das espécies introduzidas as que melhor se adaptaram as condições edafoclimáticas locais: *E. saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. tereticornis*, *E. microcorys*, *C. citriodora*, *C. maculata*, *E. alba* e *E. paniculata*. Essas espécies mantiveram bom crescimento, mesmo após muitos anos sem o adequado manejo da área. Das 49 espécies originalmente implantadas na “Coleção em Talhões” ainda existem 37. Das 123 espécies originalmente implantadas na “Coleção em linhas” ainda existem 27, não foi possível realizar a identificação botânica em 40 linhas.

É possível observar a ausência de manejo florestal, muitas árvores mortas, doentes ou com pragas, nem mesmo os aceiros entre as parcelas estavam implantados, a visitação também está prejudicada pelo risco de queda de árvores e a ausência de informações adequadas sobre as espécies e as parcelas. Os recursos florestais dessa área devem ser manejados de forma a maximizar os benéficos ecossistêmicos, entre eles a produção de produtos e subprodutos florestais, a conservação de materiais genéticos, além das funções de educação ambiental e turismo ecológico, considerando os aspectos de tombamento da paisagem. Os valores históricos e culturais da coleção são inestimáveis, por tratar-se de uma continuidade do museu é um conjunto único e um patrimônio científico que não possui similar em nenhum lugar do mundo.

#### REFERÊNCIAS

ANDRADE, E. N. **A Cultura do *Eucalyptus***. São Paulo: Typ. Brazil de Rothschild & Cia., 1909, 156 p.

ANDRADE, E. N. **Campanha citrícola**. São Paulo: Typ. Brazil de Rothschild & Cia., 1930, 191 p.

ANDRADE, E. N. **Manual do plantador de *Eucalyptus***. São Paulo: Typ. Brazil de Rothschild & Cia., 1911, 336 p.

ANDRADE, E. N. **O eucalipto**. Organização e redação: Sampaio A. N. *et al.* 2. Ed. Jundiaí: Typ. Cia Paulista, 1961.

ANDRADE, E. N. **O reflorestamento do Brasil e a Companhia Paulista de Estradas de Ferro**. Rio Claro: [s.n], 1922, 32 p. (Memoria apresentada ao congresso de engenharia).

ANDRADE, E. N. The *Eucalyptus* in Brazil. **Journal of Heredity** (Organ of the American Genetic Association), Washington, D. C., v. 32, n. 7, p 210-240, 1941.

BERTIN, E.C. **Aplicação de levantamento topográfico e organização cadastral na área da coleção de eucaliptos localizada no Horto Florestal “Navarro de Andrade”**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia de Agrimensura de Pirassununga, Pirassununga, 1999.

CASTELLANO G. R.; CAMARINHO, R. J. Caracterização de uma coleção centenária de eucaliptos. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente. 15., 2018, Poços de Caldas. **Anais eletrônicos...** Poços de Caldas: IF Sul de Minas, 2018. Disponível em: <<http://www.meioambientepocos.com.br/Anais2018/home.html>> Acesso em:18 de mar. 2019.

CASTELLANO, G. R. *et al.* Crescimento de eucaliptos quase centenários no Horto de Rio Claro. **Circular técnica IPEF**, n. 203, p. 1 – 12, 2013.

INSTITUTO FLORESTAL. **Plano de Manejo da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade**. São Paulo: IF, 2005. 1 CD-ROM.

FONSECA, S. M.; KAGEYAMA, P. Y.; GURGEL, J. P. A. Guide to visitors to the Museum Navarro de Andrade and dendrological data of the plots to be visited. In: IUFRO Symposium and workshop on genetic improvement and productivity of fast-growing tree species. Águas de São Pedro: IUFRO, 1980. **Anais...** Águas de São Pedro: IUFRO, 1980



## JASMONATOS NAS PLANTAS E UTILIZAÇÃO NA AGRICULTURA

### **Roberto Cecatto Júnior**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Anderson Daniel Suss**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Bruna Thaina Bartzén**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Guilherme Luiz Bazei**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Vandeir Francisco Guimarães**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

### **Lucas Guilherme Bulegon**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Departamento de Ciências Agrárias, Marechal Cândido Rondon, Paraná

**RESUMO:** O grupo de hormônios vegetais dos jasmonatos foi descoberto quando foi isolado o ácido jasmônico pela primeira de plantas de *Jasminum grandiflorum* L. e de *Rosmarinus officinalis* L. Os jasmonatos são todas as moléculas derivadas do ácido jasmônico,

incluindo o metil-jasmonato, conjugados com aminoácidos, como jasmonoil-isoleucina, e com açúcares, sendo o ácido jasmônico e seu éster metílico metil jasmonato (MeJa) os principais hormônios desse grupo. A produção de jasmonatos ocorre nas plantas quando são submetidas a um estresse, assim os processos metabólicos relacionados a defesa das plantas são ativados, resultando na liberação de compostos voláteis. Em relação ao modo de ação dos jasmonatos, são três etapas principais envolvidas, sendo elas a percepção do sinal, transdução do sinal percebido e os alvos primários da ação do hormônio. Assim, os efeitos fisiológicos dos jasmonatos são expressos, afetando principalmente o crescimento vegetal, germinação de sementes, floração, maturação de frutos e senescência, no entanto, apresentam maior importância na defesa das plantas a estresses bióticos e abióticos. Na agricultura os jasmonatos são utilizados com a finalidade de possibilitar maior desenvolvimento e produção, principalmente quando as plantas se encontram atacadas por insetos, patógena ou situações de estresse, além contribuir para manutenção da qualidade de frutos em pré e pós-colheita.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácido jasmônico, indutor de resistência, metil jasmonato.

**ABSTRACT:** The jasmonate plant hormone group was discovered when jasmonic acid was

isolated from the first plant of *Jasminum grandiflorum* L. and *Rosmarinus officinalis* L. Jasmonates are all molecules derived from jasmonic acid, including methyl jasmonate, conjugated with amino acids, such as jasmononoisoleucine, and with sugars, with jasmonic acid and its methyl ester jasmonate (MeJa) being the major hormones of that group. The production of jasmonates occurs in the plants when they are subjected to a stress, thus the metabolic processes related to the defense of the plants are activated, resulting in the release of volatile compounds. Regarding the mode of action of the jasmonates, three main stages are involved, being the perception of the signal, transduction of the perceived signal and the primary targets of the action of the hormone. Thus, the physiological effects of jasmonates are expressed, mainly affecting plant growth, seed germination, flowering, fruit maturation and senescence; however, they are more important in the defense of plants to biotic and abiotic stresses. In agriculture the jasmonates are used with the purpose to allow greater development and production, especially when the plants are attacked by insects, pathogenic or stress situations, besides contributing to the maintenance of the quality of fruits in pre and post-harvest.

**KEYWORDS:** Jasmonic acid, resistance inducer, methyl jasmonate.

## INTRODUÇÃO

Para controlar o seu desenvolvimento, as plantas produzem uma grande quantidade de compostos orgânicos. Dentre essas substâncias estão as auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e o ácido abscísico que são os hormônios vegetais denominados como clássicos, os quais foram bastante estudados nos últimos 50 anos. No entanto, existem outros grupos como o dos jasmonatos, que também afeta o desenvolvimento vegetal, visto que influencia inúmeros processos fisiológicos nas plantas (KERBAUY, 2008).

Os jasmonatos são um grupo de reguladores vegetais que auxiliam na defesa das plantas, esse grupo é composto pelo metil jasmonato e o ácido jasmônico (TAIZ; ZEIGER, 2013). Os jasmonatos são hormônios de crescimento, desenvolvimento e de resposta a diferentes condições de estresse na planta, sendo que na prática destacam-se como indutores de resistência a estresses bióticos e abióticos (DEUNER et al., 2015).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica completa a respeito do histórico, principais hormônios, síntese, fatores que controlam os níveis endógenos, modos de ação, efeitos fisiológicos e efeitos da utilização prática de jasmonatos sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal.

## HISTÓRICO DOS JASMONATOS

O grupo de hormônios vegetais dos jasmonatos foi descoberto no ano de 1962 quando foi isolado pela primeira vez o ácido jasmônico (AJ), o qual foi extraído dos óleos

essenciais de *Jasminum grandiflorum* L. e de *Rosmarinus officinalis* L. (DEMOLE et al., 1962).

Inúmeras funções são desempenhadas pelos jasmonatos nas plantas, tais como: respostas de defesa, floração e senescência por intermédio de sinais intracelulares, além de estarem relacionados com a expressão de muitos genes, os quais estão vinculados a tradução de sinais relativos a defesa das plantas.

Os primeiros estudos com AJ exploravam destina-lo a indústria de perfumes. Somente após 10 anos de pesquisas foi descoberta a sua atividade em plantas, sendo esse, promotor de senescência em plantas de absinto e inibidor do crescimento de favas (SOARES; MACHADO, 2007).

Os jasmonatos são encontrados em samambaias, fungos e musgos, fazendo-se presente em todo o reino Plantae, já sendo identificado em tecidos de mais de 200 plantas, representando um grupo de aproximadamente 150 famílias (SEMBDNER; PARTHIER, 1993).

Esses hormônios são obtidos através da extração oriunda de plantas superiores, por meio de processos químicos ou fermentação microbiana. A principal forma de extração é feita diretamente de fontes vegetais, por exemplo, das flores de *J. grandiflorum*, porém possui baixa eficiência de produção, resultando em elevados custos para obtenção destes produtos no mercado (DHANDHUKIA; TAKKAR, 2008).

## **PRINCIPAIS HORMÔNIOS ENDÓGENOS QUE COMPÕE O GRUPO DOS JASMONATOS**

Os jasmonatos, bioquimicamente são derivados do metabolismo lipídico vegetal, sendo moléculas que apresentam um alto potencial regulatório, os jasmonatos são todas as moléculas derivadas do AJ, que incluem metil-jasmonato, conjugados com aminoácidos, como jasmonoil-isoleucina, e com açúcares, sendo o AJ e seu éster metílico metil jasmonato (MeJa) os principais exemplos desses fito hormônios (WASTERACK, 2007).

Todos os derivados AJ, produzidos por metilação, glicosilação, hidroxilação ou derivados, produzidos por metilação ou esterificação com aminoácidos estão presentes nos jasmonatos, o derivado do éster do aminoácido da isoleucina, jasmonil-isoleucina (Aj-Ile), desempenha um papel fundamental neste processo. Aj-Ile representa a forma biologicamente ativa do fito hormônio, isso desencadeia uma série de respostas imunes, como a produção de substâncias tóxicas ou inibidoras de digestão, após o ataque de insetos, as plantas podem sintetizar inibidores de proteases que prejudicam a atividade das proteínases digestivas no intestino dos insetos (WASTERACK; HAUSE, 2014).

As plantas produzem duas formas de AJ denominados de solúvel e volátil. O solúvel é usado como defesa direta para herbívoros, ativando genes para produção

da fenilalanina amônia-liase que catalisa substâncias especiais, inclusive inibidores de proteína que diminuem benefícios para os herbívoros, e na forma de um sinal volátil pelo metil jasmonato (MeJA) (VIEIRA et al., 2010).

O AJ e seu metil éster metil jasmonato são hormônios derivados do ácido linolênico que desempenham nas plantas funções semelhantes às do etileno e do ácido abscísico (COLLI, 2012).

O AJ é produzido nos peroxissomos e no citosol é modificado para produzir os seus derivados, o AJ é convertido ao composto volátil metil-jasmonato por ação de uma metil - transferase, ou conjugado com alguns aminoácidos por ação de uma enzima aminoácido - sintase codificadas pelo gene *jar1*, a qual promove a conjugação de AJ e isoleucina (JA-Ile), que parece ser a molécula responsável pela ativação da sinalização (THINES et al., 2007).

## SÍNTESE E DISTRIBUIÇÃO DE JASMONATOS NAS PLANTAS

Os jasmonatos são cruciais para a proteção de plantas contra o ataque de pragas e patógenos, uma vez que, atuam com sinalizadores em situações de estresse (STOTZ et al., 2000). Para que ocorra a defesa das plantas, é fundamental a sinalização por octadecanóide, AJ e metil jasmonato, sendo esses compostos derivados do ácido linolênico (CREELMAN; MULLET, 1997).

Quando as plantas são submetidas a algum dano, processos metabólicos relacionados a defesa das plantas são ativados, resultando na liberação de compostos voláteis induzidos (BALDWIN et al., 2006; FROST et al., 2007). O ácido linoleico e linolênico são exemplos de compostos voláteis liberados pelas plantas em situações adversas, ativando a rota octadecanóide levando a biossíntese de AJ nas plantas (DUDAREVA et al., 2006).

Os jasmonatos são derivados de compostos baseados em ciclopentanona. Sua síntese inicia-se com a liberação do ácido linolênico que é convertido em ácido 13-hidroperoxinolênico, sendo a reação catalisada pela enzima 13-LOX (13-lipoxigenase). Posteriormente, as enzimas AOS (aleno óxido sintase) e AOC (aleno óxido ciclase) sintetizam ácido 12-oxo-fitodienóico (WEBER, 2002). Após a ação da enzima PR (12-oxo-fitodienóico ácido redutase) e três passos de  $\beta$ -oxidação, o AJ é formado. Finalmente, a enzima JAMT (ácido metil jasmonato transferase) faz a conversão para MeJA – metil jasmonato (CREELMAN; MULLET, 1997).

De acordo com O'Donell et al (2003) duas formas de AJ são produzidas pelas plantas, a forma solúvel e volátil. A forma solúvel é responsável pela ativação de genes que culminam com a síntese de inibidores de proteínas, reduzindo os benefícios nutricionais. Já a forma volátil ocorre através de um sinal volátil pelo metil jasmonato.

A resposta sistêmica dos vegetais contra o ataque de pragas e patógenos envolve a ação do oligopeptídeo sistemina e o AJ. A sistemina é o sinal primário transmitido

a longas distâncias na planta após o ataque de pragas e/ou patógenos (LEON et al., 2001).

A célula lesada libera sistemina, a qual se difunde pelo floema atingindo as demais folhas da planta (Figura 1), onde atua sobre alguns receptores que ativam a via dos octadecanóides, culminando com o início da síntese de AJ o qual induzirá a síntese de proteínas inibidoras de preteinas (RYAN; PEARCE, 1998).

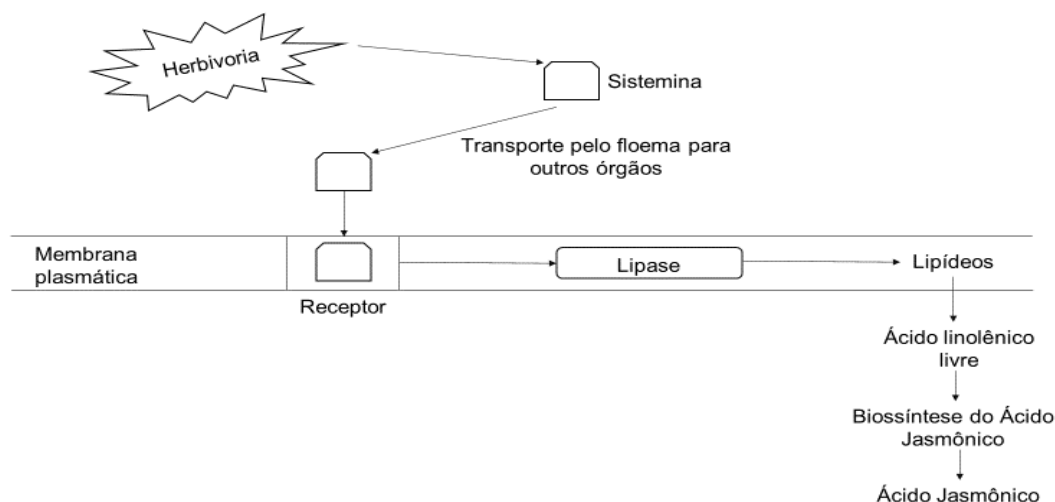


Figura 1: Em plantas feridas é desencadeada a formação da sistêmica, que é transportada para outros órgãos a planta, ligando-se a um receptor, o que causa a ativação da lipase promovendo a formação de AJ (TAIZ; ZEIGER, 2013).

## FATORES QUE CONTROLAM O NÍVEL ENDÓGENO DE JASMONATOS NAS PLANTAS

Os níveis de jasmonatos nas plantas se elevam em função de danos causados por pragas ou patógenos, resultando na ativação de mecanismos de defesa vegetal, além dos inibidores de proteases, terpenos e alcaloides. Os jasmonatos influenciam vários processos fisiológicos, desempenhando papel crucial na expressão de genes de defesa das plantas (DROGE, 2002).

Danos resultantes da herbívora e patogénia causam injúrias nas plantas, desencadeando inúmeros mecanismos de defesa a partir da emissão de voláteis. Elictores provenientes de herbívoros entram em contato com áreas danificadas das plantas, ativando uma série de respostas químicas de defesa, incluindo a despolarização do potencial de membrana e influxo de cálcio, ativação da proteína quinase e formação de radicais livres resultando na síntese de ácido jasmônico que sinaliza a produção de compostos voláteis (MAFFEI et al., 2007). Sendo que quando as plantas são submetidas ao ataque de pragas, ocorre um aumento na emissão de voláteis elevando a quantidade de ácido jasmônico produzido pelas plantas (ENGELBERTH et al., 2004).

Além de estímulos externos, os níveis de jasmonatos nas plantas podem variar em

função do período de desenvolvimento e do tecido (MASON et al., 1992). Nos tecidos reprodutivos, flores e frutos são encontrados níveis mais altos de jasmonatos, em comparação a raízes e folhas maduras. Entretanto, quando as plantas ficam injuriadas em decorrência a algum fator ambiental, os jasmonatos translocam rapidamente nas plantas, ativando respostas de defesa da própria planta ou até de plantas vizinhas (FARMER; RYAN, 1990).

Os teores de jasmonatos também podem sofrer variações dentro de uma mesma espécie, o que é resultado de mutações genéticas que culminam em redução na produção desse composto. Algumas plantas são deficientes na síntese de compostos relacionados a defesa das plantas e não acumulam inibidores de proteínases em resposta a injúrias, sendo mais suscetíveis a pragas e patógenos (HOWE et al., 1996).

Outro fator que afeta os teores de jasmonatos nas plantas está relacionado a presença de ácido linolênico, uma vez que esse composto é essencial para que ocorra a síntese de AJ, sendo que plantas mais ricas em ácido linolênico provavelmente apresentarão mais jasmonatos em seus tecidos, refletindo em maior tolerância aos estresses (VELINI et al., 2009).

Aplicações exógenas de jasmonatos também podem elevar os teores de jasmonatos nas plantas, considerando que essas aplicações induzem a expressão da lipoxigenase, a qual está relacionada a biossíntese do AJ. A indução da lipoxigenase com aplicações exógenas, pode aumentar a resistência de plantas suscetíveis ao ataque de patógenos, ou pode resultar no aumento da capacidade da planta sintetizar outros compostos relacionados a defesas (CREELMAN; MULLET, 1997).

## **MODO DE AÇÃO DOS JASMONATOS**

As substâncias classificadas como jasmonatos, AJ e seu metil éster, metil jasmonato, pertencem a um grupo de substâncias endógenas que regulam o crescimento vegetal, sendo hormônios que apresentam diversas funções, desempenhando importante papel no desenvolvimento e crescimento de muitas espécies de plantas além de estarem envolvidos nas respostas a estresses.

Três etapas principais envolvem o modo de ação dos hormônios nas plantas, sendo elas a percepção do sinal, transdução do sinal percebido e os alvos primários da ação do hormônio. A etapa da percepção ocorre por com a ligação do hormônio a um receptor específico, esses receptores normalmente são proteínas localizadas na membrana celular ou no citoplasma, que se ligam com mensageiros químicos de forma específica e reversível. A ligação do hormônio a proteína proporciona uma mudança conformacional tornando-a ativa, após isso, uma cascata de eventos químicos intracelular é desencadeada levando a uma resposta. A detecção e transdução do sinal depende de proteínas receptoras, mas alguns mensageiros secundários também podem estar envolvidos na transdução do sinal e ampliação. Esse processo resulta na ação sobre processos relacionados aos mecanismos celulares (KERBAY, 2004).



O modo de ação dos jasmonatos não está apenas ligado a defesa das plantas, uma vez que sua ação também interfere no crescimento, pois induzem a supressão do crescimento em alguns casos ao deslocar metabólitos para as rotas de defesa. Na atuação do ácido jasmônico, observa-se que existe um mecanismo conservado de sinalização, baseado na ubiquinona ligase. Importante ressaltar que em muitos casos o AJ precisa ser convertido em um conjugado de aminoácido, por exemplo, o AJ-isoleucina, para ter atividade completa, no entanto, mesmo não conjugado o AJ exerce função ativa de hormônio, mas com menor eficiência que a forma conjugada (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A conjugação do AJ com aminoácidos necessita da ação de enzimas denominadas de proteínas de resistência ao AJ, sendo esse conjunto importante para a sinalização das respostas de defesa. Destacando-se que em concentrações baixas de AJ, os genes de resposta ao jasmonato são reprimidos por uma família de proteínas chamadas de jazmonate zim-doman, importantes na regulação da atividade dos jasmonatos (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A concentração de jasmonatos nos tecidos foliares aumenta em condições de estresses, como déficit hídrico, estresse osmótico, além do ataque de pragas e patógenos, pois levam a ativação da rota dos octadecanóides (O'DONNELL et al., 2003). Uma vez que essa rota realiza a síntese de AJ, importante na ativação dos mecanismos de defesa das plantas (SOARES; MACHADO, 2007). A via dos octadecanóides compreende quatro classes de compostos com diferentes estruturas, que possuem atividades diferenciadas nos processos que são regulados pelos jasmonatos (WASTERACK, 2007).

Para os jasmonatos, após a síntese se inicia o processo de sinalização, com ação de um metabólito secundário, o metil jasmonato, que induz a síntese de inibidores de proteinases em diferentes plantas, mesmo em folhas distantes da região atacada, demonstrando a capacidade dos jasmonatos sinalizarem mesmo a longas distâncias (FARMER; RYAN, 1990).

Assim, a sinalização e resposta a estresses nas plantas de acordo com O'Donell et al. (2003) depende de duas formas do AJ que são produzidas, uma solúvel e outra volátil. A sinalização na forma de metil jasmonato, ocorre por um sinal volátil do composto que possui ação repelente ao inseto praga e atrativa aos inimigos naturais. Por outro lado, a forma solúvel ativa genes que levam a síntese de inibidores de proteínas, que reduzem os benefícios nutricionais do consumo da planta pela praga.

A ação do AJ nas plantas é complexa, sabe-se que pode agir ativando genes que normalmente estão atrelados a respostas por danos mecânicos causados por insetos (WEBER, 2002) ou genes de defesa a patógenos (ZHANG et al., 2015). Sendo assim, o AJ ativa rotas que sintetizam substâncias repelentes ou metabólitos tóxicos, mas também age na síntese de proteínas que atuam na defesa das plantas. Também pode ocorrer a síntese de inibidores da  $\alpha$ -amilase, reduzindo a digestibilidade do amido, sendo possível a produção de lectinas, proteínas destinadas a defesa, que se ligam

as células epiteliais de insetos herbívoros, reduzindo a disponibilidade dos nutrientes da planta atacada (TAIZ; ZEIGER, 2017).

Portanto, os jasmonatos ativam as rotas de síntese de compostos de defesa das plantas através da indução de genes (ZHANG et al., 2015), isso proporciona o gasto de metabolitos pelas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017), esse desvio de energia para rotas de defesa pode resultar em menor desenvolvimento das plantas tratadas com jasmonatos. Além disso, os jasmonatos podem causar redução do crescimento de plantas por causar declínio da taxa fotossintética (JUNG, 2004), associada a supressão da atividade da enzima Rubisco (FELLER; FISCHER, 1994).

Sendo assim, existem muitas variáveis envolvidas nos efeitos dos jasmonatos sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, como à estrutura do composto e sua concentração. A aplicação de 100 mM de AJ pode induzir a senescência de plantas (PARTHIER, 1991), sendo que esse efeito pode estar associado à aplicação de altas concentrações e não pelo efeito fisiológico do AJ (LINHARES et al. 2010). Por outro lado, os maiores níveis de jasmonatos, endogenamente, estão presentes em tecidos jovens em crescimento, apontando para seu papel no estímulo ao desenvolvimento vegetal (CREELMAN; MULLET, 1997).

## **EFEITOS FISIOLÓGICOS DOS JASMONATOS**

O AJ e seu metil éster (metil jasmonato), são chamados de jasmonatos de forma coletiva, esses hormônios atuam em diferentes processos fisiológicos nas plantas (WASTERNAK; PARTHIER, 1997). Sendo algumas ações fisiológicas relacionadas ao crescimento vegetal (BARI; JONES, 2009), germinação de sementes, floração, maturação de frutos e senescência (AVANCI et al., 2010). Além de regular a expressão de genes responsáveis pela codificação de proteínas de reserva, inibidores de proteases e aumentar a atividade de lipoxigenase (BARI; JONES, 2009; JAITI, 2009), conferindo aos jasmonatos papel importante na defesa a estresses bióticos (ZHANG et al., 2015) e abióticos (FAHAD et al., 2015).

Assim, os jasmonatos atuam nos mecanismos de defesa, por meio da regulação da expressão de genes, por exemplo, aqueles que codificam proteínas responsáveis pela inibição de proteases e enzimas relacionadas a origem de flavonoides, (LINARES et al., 2010). Como resultado os jasmonatos atuam na defesa aos ataques de insetos praga, patógenos e estresse ambiental como seca, baixa temperatura e salinidade (WASTERNAK; PARTHIER, 1997), também agem mitigando o estresse causado pelo excesso de raios UV-B (FARMER; RYAN, 1990; RAKWAL; KOMATSU, 2000).

O papel dos jasmonatos na resistência de plantas a estresses bióticos pode ser evidenciado pela existência de interação ativa na relação planta/inseto (BIRKETT et al., 2000). Sendo que os jasmonatos induzem a formação de compostos secundários que auxiliam na resistência da planta (MORAES et al., 2008), podendo ocorrer indução sistêmica da produção de compostos de defesa (JANEGITZ, 2012).

Tendo em vista a ação dos jasmonatos para reduzir as injúrias causadas por estresses, observa-se que esse grupo de hormônios atua ativando enzimas e compostos metabólicos relacionados ao catabolismo da arginina contribuindo para redução dos danos causados pelo estresse a baixas temperaturas (ZHANG et al., 2012). Os jasmonatos, na figura do AJ, apresenta capacidade de mitigar os efeitos causados pelo estresse decorrente de altas temperaturas, com aumento da atividade de enzimas antioxidantes como a superóxido dismutase, catalase e peroxidase, além disso o metil jasmonato também pode reduzir os danos causados a membranas celulares (QIN; LIN, 2006).

Em plântulas de melão estudos mostram que o fornecimento de jasmonatos aumentam a tolerância a condições de estresse por aumentar produção de metabolitos secundários (NAFIE et al., 2011). Assim, observa-se que em plantas de soja submetidas ao estresse oxidativo causado pela presença de cádmio, a aplicação de AJ nessas plantas promove aumento da atividade de enzimas antioxidantes, mas o aumento da resposta antioxidante também está relacionado a redução do ácido tiobarbitúrico e aumento do conteúdo de glutathione (NORIEGA et al., 2012).

Na germinação de sementes, o AJ e o metil jasmonato, podem atuar tanto inibindo a germinação de sementes não dormentes e estimulando a germinação de sementes dormentes, possivelmente isso ocorre pela alteração na sensibilidade das sementes ao ABA (CREELMAN; MULLET, 1997). O AJ também possui a função de manter o desenvolvimento normal do gametofítico masculino e feminino (BROWSE, 2005), além de regular o desenvolvimento de tricomas glandulares (LI et al., 2004), produção de pelos radiculares em *Arabidopsis* (ZHU et al., 2006) e produção de compostos metabólicos secundários (CHEN et al., 2016).

Os jasmonatos tem demonstrado que são capazes de influenciar na concentração de clorofila nas plantas tratadas com AJ, proporcionando aumentos no teor do pigmento fotossintético (FLETCHER et al., 1983; CZERPAK et al., 2006; ASMA; LINGAKUMAR, 2015). O aumento na concentração de clorofila pode estar atrelado a forte influência sobre a via de síntese das moléculas de clorofila, principalmente sobre  $\delta$ -ALA (ácido aminolevulínico) considerada o passo limitante da taxa de biossíntese das moléculas de clorofila durante os primeiros estágios (BEALE, 1978).

As respostas aos estímulos realizados pelos jasmonatos dependem de alguns fatores como o estado fisiológico, condições ambientais, a concentração de jasmonato nos tecidos, bem como a fase de desenvolvimento em que são aplicados (LÉON; SANCHES-SERRANO, 1999; DEUNER et al., 2015).

A aplicação exógena de jasmonatos pode incrementar o crescimento das partes reprodutivas (HEIL, 2004; LINHARES et al., 2010) e das estruturas vegetativas (WANG et al., 2015; HEIJARI et al., 2005). Assim, pode ser constatado aumento do crescimento de brotos, maior número de frutos e inflorescências (HELI, 2004), além de maior crescimento do sistema radicular (HEIJARI et al., 2005; WANG et al., 2015) e das hastes (WANG et al., 2015).

O envolvimento dos jasmonatos nos processos de crescimento e desenvolvimento, pode ser observado no estudo conduzido por Castro et al. (1999), onde encontraram maior crescimento radial de células de tubérculos desenvolvidas *in vitro*, o uso de jasmonato também pode resultar no aumento do tamanho e massa de frutos (MARTÍNEZ-ESPLÁ et al., 2014), ou como no estudo realizado por Wang et al. (2015), onde a aplicação de jasmonatos resultou em maior crescimento generalizado das plantas.

No entanto, outros trabalhos não apresentaram incremento no crescimento de plantas tratadas com jasmonatos, apenas aumento da concentração de substâncias destinadas a defesa (TABAYSHI et al., 2007), demonstrando que podem ocorrer efeitos diferenciados dos jasmonatos nas plantas (DEUNER et al., 2015).

Com isso, observa-se que a aplicação de jasmonatos também pode ocasionar a redução da quantidade da enzima Rubisco associado ao amarelecimento das folhas, decorrente da redução da quantidade de pigmentos fotossintético (FELLER; FISCHER, 1994). Portanto, com a aplicação de jasmonatos também é possível a redução no teor de clorofila e carotenoides, com queda do rendimento quântico, culminando no declínio da fotossíntese (JUNG, 2004). Associado a redução do crescimento e desenvolvimento de plantas pela redução da produção dos fotoassimilados (ROSSATO et al., 2002).

O declínio da fotossíntese de plantas tratadas com jasmonatos pode explicar a indução de sintomas de senescência (CHOU; KAO 1992; HE et al., 2002), uma das primeiras funções fisiológicas atribuídas ao AJ e ao metil jasmonato (HE et al., 2002). E ainda atuam na maturação dos frutos, pois possuem função ativa no processo de conversão do licopeno em  $\beta$ -caroteno e nos frutos (SANIEWSKI E CZAPSKI, 1983).

## EXEMPLOS DE UTILIZAÇÕES PRÁTICAS NA AGRICULTURA DOS JASMONATOS

A aplicação dos jasmonatos pode contribuir para o melhor desenvolvimento e produção, quando as plantas se encontram atacadas por insetos, patógena ou situações de estresse, além de manutenção da qualidade de frutos em pré e pós-colheita (DEUNER et al., 2015).

Assim, como exemplo prático da utilização dos jasmonatos na produção agrícola, observa-se que o metil jasmonato pode ser utilizado tanto em pré como em pós-colheita, prolongando a vida pós-colheita e protegendo os produtos hortícolas contra patógenos. Quando os jasmonatos são utilizados em baixas concentrações é uma opção para a redução da perda de qualidade, mas também aumentam a resistência a doenças (TRIPATHI; DUBEY, 2004)

Em relação aos efeitos da aplicação de jasmonatos em pré-colheita, sabe-se que eles dependem da dose aplicada e da fase de desenvolvimento do fruto (TORRIGIANI et al., 2012). A aplicação de metil jasmonatos em pré-colheita influencia a maturação de frutos, dependendo da dose empregada, com a dose de 0,4 mM a maturação é retardada (ZIOSI et al., 2008) e com a dose de 0,8 mM a maturação dos frutos é acelerada (JANOUDI; FLORE, 2003). Nesse sentido, tratamento com metil jasmonatos

em maçãs no estágio inicial de desenvolvimento atrasa o processo de amadurecimento, enquanto que aplicações de metil jasmonato no último estágio de desenvolvimento do fruto acelera o processo de maturação (RUDELL et al., 2005).

O uso de jasmonatos nas plantas também influencia o crescimento e desenvolvimento, mas os resultados são dependentes da espécie, estágio fenológico e dose aplicada. Assim, alguns trabalhos apresentam maior crescimento de estruturas vegetativas (WANG et al., 2015) e reprodutivas das plantas (LINHARES et al., 2010), já outros demonstram efeitos contrários, com diminuição do crescimento pelo desvio de metabolitos para o sistema de defesa das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

A aplicação de metil jasmonato em pré-colheita em ameixas, proporciona aumento do tamanho dos frutos e melhor qualidade, pois o tratamento proporciona maior firmeza e maior atividade de compostos antioxidantes, contudo estudos com diferentes espécies devem ser realizados para determinar a dose e o estágio fenológico mais adequado para sua utilização (MARTÍNEZ-ESPLÁ; ZAPATA, 2014). A necessidade do estabelecimento de doses e estágio de aplicação fica evidente ao observar trabalho realizados com maçãs, aplicando metil jasmonatos em pré-colheita, no qual a aplicação da dose de 10 e 20 mM de metil jasmonato, resultou em redução do tamanho dos frutos, pois o tratamento afetou a expansão celular (RUDELL et al., 2005).

A utilização de jasmonatos também pode reduzir os danos causados por estresses bióticos e abióticos, por exemplo aqueles causados por baixas temperatura, salinidade e até mesmo seca (WASTERNACK; PARTHIER, 1997). A aplicação de jasmonatos também contribui para resistência a ataque de pragas. Em trigo a aplicação de cis-jasmonatos contribuiu na redução da população de pulgões (MORAES et al., 2008). Para plantas de repolho, a aplicação de jasmonatos não apenas induz a resistência a insetos pragas, mas também a doenças causadas por bactérias (ZANG et al., 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os jasmonatos nas plantas, são importantes para o desenvolvimento, crescimento, produção e indução de resistência a diferentes formas de estresses causados por injúrias ambientais, ataque de insetos e doenças. Portanto, a utilização prática dos jasmonatos apresenta-se como importantes alternativas para indução de resistência a estresses bióticos e abióticos para controle de doenças e manutenção da qualidade de frutos em pós-colheita. Em relação ao crescimento, desenvolvimento e produção das plantas até o momento sabe-se que os resultados dependem da dose utilizada, espécie e estágio fenológico da planta no momento da aplicação, necessitando de mais estudos para esclarecer seus efeitos.



## REFERÊNCIAS

- ASMA, M.; LINGAKUMAR, K. Jasmonate foliar spray induced vegetative growth and pigment composition in *Vigna radiata* L. **Wilczek. International Journal**, v. 3, n. 1, p. 664- 669, 2015.
- AVANCI, N.C.; LUCHE, D.D.; GOLDMAN, G.H.; GOLDMAN, M.H.S. Jasmonates are phytohormones with multiple functions, including plant defense and reproduction. **Genetics and Molecular Research**. v. 9, n. 1, p. 484 – 505, 2010.
- BARI, R.; JONES J. D. G. Role of plant hormones in plant defence responses. **Plant Mol Biol**, v.69, p.473 – 488, 2009.
- BEALE, S. I.  $\delta$ -Aminolevulinic Acid in Plants: Its Bio-synthesis, Regulation and Role in Plastid Development, Annu. **Rev. Plant Physiol**, v.29, p.95-120, 1978.
- BIRKETT, M.A. et al. New roles for *cis*-jasmonone as an insect semiochemical and in plant defense. **Plant Biology**, v. 97, n.16, p.9329-9334, 2000.
- BROWSE, J. Jasmonate: An oxylipin signal with many roles in plants. **Vitamins and Hormones**, v.72, p.431–456, 2005.
- CASTRO, G.; KRAUS T; ABDALA G. 1999. Endogenous jasmonic acid and radial cell expansion in buds of potato tubers. **Journal of Plant Physiology**, v.155, p.706-710, 1999.
- CHEN, Y. et al. Appraisal of the impact of three insecticides on the principal rice pests and their predators in China. **Florida Entomologist**, v.99, n.2, p.210-220, 2016.
- COLLI, S. Outros Reguladores: Brassinosteróides, Poliaminas, Ácidos jasmônico e salicílico. In: **KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 296-302.
- CREELMAN R. A.; MULLET J. E. biosynthesis and action of jasmonates in plants. **Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol**, v.48, p.355-381, 1997.
- CZERPAK, R.; PIOTROWSKA A.; SZULECKA K. The effects of jasmonic acid on the growth and contents in alga *Chlorella vulgaris*. **Acta Physiol Plant**, v. 28, p.195-203, 2006.
- DEMOLE, E.; LEDENER, E.; MERCIER, D. Isolement et détermination de la structure du jasmonate de méthyle, constituant odorant caractéristique de l'essence de jasmin. **Helvetica Chimica Acta**, v. 45, p. 675-685, 1962.
- DEUNER, C. et al. M. Ácido jasmônico como promotor de resistência em plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v.38, n.3. 2015.
- DHANDHUKIA, P. C.; THAKKAR, V. R. Separation and quantitation of jasmonic acid using HPTLC. **Journal of chromatographic science**, v.46, n.4, p.320-324, 2008.
- DROGE, W. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiological Reviews**. v. 82, p. 47- 95, 2002.
- DUDAREVA, N. et al. Plant volatile; recent advance and future perspectives. **Plant Science**. v.25, p. 417-440, 2006.
- ENGELBERTH, J. Airborne signals prime plants against insect herbivore attack. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 101, p. 1781-1785, 2004.
- FAHAD, S. et al. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. **Plant Growth**



**Regulation**, v.75, n.2, p.391-404, 2015.

FARMER, E. E. E.; RYAN, C. A. Octadecanoid precursors of jasmonic acid activate the synthesis of wound – inducible proteinase inhibitor. **Plant Cell**, v.4, n.2, p.129-134, 1992

FARMER, E. E.; RYAN, C. A. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.87, p.7713-7716, 1990.

FARMER, E. E.; RYAN, C.A. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**. v. 87, p. 7713- 7716, 1990.

FELLER, U.; FISCHER, A. Nitrogen metabolism in senescing leaves. **Critical reviews in Plant sciences**, v.13, p.241-273, 1994.

FLETCHER, R. A.; VENKATARAYAPPA, T.; KALLIDUMBIL, V. Comparative effects of abscisic acid and methyl jasmonate in greening cucumber cotyledons and its application to a bioassay for abscisic acid. **Plant Cell Physiol**, v.24, p.1057-1064, 1983.

FROST, C.J. et al. Within-plant signaling via volatile overcomes vascular constraints on systemic signaling and prime responses against herbivores. **Ecology Letters**. v 10, p. 490-498, 2007.

HE, Y.; FUCUSHIGE, H.; HILDEBRAND, D. F.; GAN, S. Evidence supporting a role of jasmonic acid in arabidopsis leaves senescence. **Plant Physiology**, v.128, p.876- 884, 2002.

HEIJARI, J. et al. Application of methyl jasmonate reduces growth but increases chemical defense and resistance against *Hylobius abietis* in Scots pine seedlings. **Entomol. Exp. Appl**, v.115, p.117–124, 2005.

HEIL, M. Induction of two indirect defenses benefits lima bean (*Phaseolus lunatus* Fabaceae) in nature. **J. Ecology**, v.92, p.527-536, 2004.

HOWE, G. A. et al. An octadecanoid pathway mutant (JL5) of tomato is compromised in signaling for defense against insect attack. **Plant Cell**. v. 8, p. 2067-2977, 1996.

JAITI F.; VERDEIL J. L.; HADRAMI I. E. Effect of jasmonic acid on the induction of polyphenoloxidase and peroxidase activities in relation to date palm resistance against *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.74, p.84 – 90, 2009.

JANEGITZ, T. **Efeitos de *cis*-jasmone na indução de compostos fenólicos em genótipos de soja, inoculados ou não com *Meloidogyne javanica***. Maringá, 2012. 70.p Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Maringá.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Editora: Guanabara Koogan S.A. 2004. 452pg

LÉON J.; SÁNCHEZ-SERRANO J. J. Molecular biology of jasmonic acid biosynthesis in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.37, p.373-380,1999.

LÉON, J.; ROJO, E.; SANCHEZ-SERRANO, J.J. Wound signalling in plants. **Journal Experimental Botany**, v.52, p.1-9, 2001.

LI, L.; ZHAO, Y et al. The tomato homolog of CORONATINE-INSENSITIVE is required for the maternal control of seed maturation, jasmonate-signaled defense responses, and glandular trichome development. **The Plant Cell**, v.16, n.1, p.126-143, 2004.

- LINARES A. M. P. et al. Atividade fitorreguladora de jasmonatos produzidos por *Botryosphaeria rhodina*. **Horticultura Brasileira**. v.28, p. 430-434, 2010.
- MAFFEI, M.E., FER, A.M., BOLAND, W. Insects feeding on plants: Rapid signals and responses preceding the induction of phytochemical release. **Phytochemistry**. v.68, p. 2946–2959, 2007.
- MARTÍNEZ-ESPLÁ, A. et al. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. **Postharvest Biology and Technology**, v.98, p. 8-105, 2014.
- MASON, H.S. et al. Coregulation of soybean vegetative storage protein gene expression by methyl jasmonate and soluble sugars. **Plant Physiology**. v. 98, p. 859-867, 1992.
- MORAES, M. C. B. et al. *cis*-Jasmone induces accumulation of defence compounds in wheat, *Triticum aestivum*. **Phytochemistry**, v.69, n.1, p.9-17, 2008.
- NAFIE, E.; HATHOUT, T. E MOKADEM, A. S. A. Jasmonic acid elicits oxidative defense and detoxification systems in Cucumis melo *L. cells*. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.23, n.2, p.161-174, 2011.
- NORIEGA, G. et al. Heme Oxygenase is Involved in the Protection Exerted by Jasmonic Acid Against Cadmium Stress in Soybean Roots. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.31, n.1, p. 79–89, 2012.
- O'DONNELL, P. J. et al. Multiple hormones act sequentially to mediate a susceptible tomato pathogen defense response. **Plant Physiology**, v.133, n.3, p.1181-1189, 2003.
- QIN, C. P.; LIN, Y. S. **Thermotolerance Related to Antioxidation Induced by Jasmonic Acid, Salicylic Acid and Heat Acclimation in Young Grape Plants**. Xinjiang, 2006. 50p. Master's Thesis, Shihezi University, 2006.
- RAKWAL, R. KOMATSU, S. Role of jasmonate in the rice (*Oryza sativa* L.) self-defense mechanism using proteome analysis. **Electrophoresis**, v.21, p.2492-2500, 2000.
- ROSSATO, L.; MACDUFF, J. H.; LAINE, P.; LE DEUNFF, E.; OURRY, A. (2002). Nitrogen storage and remobilization in Brassica napus L. during the growth cycle: effects of methyl jasmonate on nitrate uptake, senescence, growth, and VSP accumulation. **Journal of Experimental Botany**, v.53, p.1131-1141.
- SEMBDNER, G.; PARTHIER, B. The biochemistry and the physiological and molecular actions of jasmonates. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, vol. 44, p. 569-589, 1993.
- SOARES, A. M. S.; MACHADO, O.L.T. Defesa de plantas: Sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**. v. 1, p.9, 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 719 p.
- TEBAYASHI A. et al. Induction of resistance against the Leafminer, *Liriomyza trifolii*, by jasmonic acid in sweet pepper. **Biosc. Biotechnol. Biochem**, v.71, p.1521-1526, 2007.
- THINES, B. et al. JAZ repressor proteins are targets of the SCF<sup>COI1</sup> complex during jasmonate signaling. **Nature**, v.448, p.661-665, 2007.

- TRIPATHI, P.; DUBEY, N.K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 1, n.3, p.235-245, 2004.
- VELINI, E. D. et al. **Glyphosate**. 1 ed. Botucatu: FEPAF, 2009. 496 p.
- VIEIRA, E. L; SOUZA, G. L; SANTOS, A. R; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010, 230p.
- WASTERACK, C. Jasmonates: an Update on Biosynthesis, Signal Transduction and Action in Plant Stress Response, Growth and Development. **Annals of Botany**, v.100, n.4, p.681-697, 2007.
- WASTERACK, C.; PARTHIER, B. Jasmonate-signalled plant gene expression. **Trends in Plant Science**, v.2, p.302-307, 1997.
- WEBER, H. Fatty acid-derived signals in plants. **Trends in Plant Science**, v.7, n.5, p. 217- 224, 2002.
- ZHANG, Y.T. et al. Proteomics of methyl jasmonate induced defense response in maize leaves against Asian corn borer. **BMC genomics**, v.16, n.1, p.224, 2015.
- ZHU, C. et al. Interactions between jasmonates and ethylene in the regulation of root hair development in Arabidopsis. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.6, p.1299-1308, 2006.
- ZIOSI, V. et al. TORRIGIANI, P. Jasmonate-induced transcriptional changes suggest a negative interference with the ripening syndrome in peach fruit. **J. Exp. Bot.** v.59, p.563–573, 2008.

## LAGARTAS DE PIPERACEAE, ARISTOLOCHIACEAE, ANACARDIACEAE E MELASTOMATACAE NA INDICAÇÃO DE QUALIDADE DE FRAGMENTO FLORESTAL DE MORRETES, PR

**Emerson Luís Pawoski da Silva**

Instituto Federal do Paraná-IFPR

Paranaguá – Paraná

**Patrícia Oliveira da Silva**

Instituto Federal do Paraná-IFPR

Paranaguá – Paraná

**José Francisco de Oliveira Neto**

Universidade Estadual do Paraná-UNESPAR

Paranaguá – Paraná

**Emerson Luis Tonetti**

Instituto Federal do Paraná-IFPR

Paranaguá – Paraná

**RESUMO:** O manejo da biodiversidade da Floresta Atlântica brasileira é um produto do estudo das espécies e dos fatores abióticos interferentes. Nesse contexto os insetos têm grande importância ambiental. Mariposas e borboletas são bioindicadores da qualidade ambiental. A ocorrência das fases adultas não servem muitas vezes como um parâmetro ambiental regional, pois, podem se dispersar facilmente e, estudos com suas fases larvais, restritas ao local, podem ser mais efetivos. Com o objetivo de conceituar a qualidade de um fragmento florestal de Morretes no litoral do Paraná, foram capturados ovos, e larvas manualmente das folhas de Piperaceae, Aristolochiaceae, Anacardiaceae e Melastomatacae. A área de

amostragem apresenta Floresta Ombrófila Densa Submontana adjacente a uma encosta montanhosa ligada a Serra do Mar. A determinação foi dependente das fases adultas e plantas hospedeiras através de chaves sistemáticas. Identificou-se: *Carales astur* (Cramer, 1777), *Gonodonta* sp. (Hübner, 1818), *Eois* sp. (Hübner, 1818), *Memphismorus sthenos* (Pritwittz, 1865), *Quadrus* sp. (Lindsey, 1925), *Phocides* sp. (Hübner, 1819), Morfotipo 1 de Noctuidae, *Lobeza* sp. (Herrich-Schäffer, 1854), *Adelpha serpa serpa* (Boisduval, 1836), *Consul fabius druryi* (Butler, 1874), *Battus polydamas polydamas* (Linnaeus, 1758), *Heraclides thoas brasiliensis* (Rothschild & Jordan, 1906) e *Parides anchises nephalion* (Godart, 1819). Comparando-se aspectos bióticos e abióticos locais com outras comunidades, onde podem ser encontradas as taxa identificadas, determinou-se preliminarmente esse habitat como pouco impactado, com alta produtividade e muitos locais sombreados, oferecendo muitos nichos para as espécies características da Floresta Atlântica e possibilidade de pesquisas futuras.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lepidoptera. Ecologia. Vegetação.

**ABSTRACT:** The management of the Brazilian Atlantic Forest biodiversity is a product of the study of species and of abiotic interfering factors. Insects have relevant environmental importance

in this context. Moths and butterflies are bioindicators of environmental quality. The occurrence of adult phases does not often serve as a regional environmental parameter, since they can be disperse easily and studies with their larval phases, restricted to the site, may be more effective. The aim's study was to define the quality of a forest fragment of Morretes on the coast of Paraná. Eggs and larvae were manually collected from leaves of Piperaceae, Aristolochiaceae, Anacardiaceae and Melastomatacae. The sampling area presents Submontane Ombrophilous Dense Forest in a mountainous slope of Serra do Mar. The determination was dependent on the adult phases and host plants through systematic keys. Was identified: *Carales astur* (Cramer, 1777), *Gonodonta* sp. (Hübner, 1818), *Eois* sp. (Hübner, 1818), *Memphis moruus stheno* (Pritwittz, 1865), *Quadrus* sp. (Lindsey, 1925), *Phocides* sp. (Hübner, 1819), Morphospecies 1 of Noctuidae, *Lobeza* sp. (Herrich-Schäffer, 1854), *Adelpha serpa serpa* (Boisduval, 1836), *Consul fabius druryi* (Butler, 1874), *Battus polydamas polydamas* (Linnaeus, 1758), *Heraclides thoas brasiliensis* (Rothschild & Jordan, 1906) and *Parides anchises nephalion* (Godart, 1819). Were compared biotic and abiotic local aspects with other communities, where the identified taxa can be found. This habitat was preliminarily determined as low impacted, with high productivity and many shaded sites, offering many niches for Atlantic Forest characteristic species and possibility of future research.

**KEYWORDS:** Lepidoptera. Ecology. Vegetation.

## 1 | INTRODUÇÃO

O bioma brasileiro Floresta Atlântica ocorre entre os estados Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul (MACHADO, 1999), adjacente à costa e recebe correntes de ar úmido do oceano. A biodiversidade continental litorânea do Paraná é influenciada pela Serra do Mar (RIBEIRO et al, 2009), que é uma cadeia de montanhas com a maior porção preservada da vegetação do estado (SEMA, 1995). Em pesquisas entre 1978 e 1995, 69% das 7.302 espécies de metazoários descritos no Brasil é de insetos, sendo a maioria desses estudos sobre Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera e Diptera (LEWINSOHN, 2005).

A Ordem Lepidoptera tem grande importância econômica na agricultura, onde larvas agem como pragas de cultivos vegetais, ecológica como base de cadeia alimentar e polinizadores de plantas alogâmicas (CULLEN-JUNIOR; RUDRAN; VALLADARES-PADUA, 2006). Somente 51% dessa fauna são estudados nas regiões neotropicais (BUZZI, 2010). Para determinadas espécies há pouca ou nenhuma informação sobre aspectos gerais como ciclo de vida, morfologia, sistemática, química, ecologia, comportamento, dinâmica populacional. Há apenas uma lista sobre borboletas e mariposas da Floresta Atlântica publicada pela Zoological Record (LEWINSOHN, 2005) entre 1985 e 1999. Mesmo quando essas informações estão disponíveis, não há validade para todos os locais habitados por essas espécies.

A Floresta Atlântica tem uma fauna de Lepidoptera muito diversa, representando

66% das espécies brasileiras, sendo algumas dessas raras. Parte dessa comunidade se encontra em áreas menores que 1000 ha. As populações são muito instáveis nesses complexos e variáveis ambientes (BROWN-JUNIOR; FREITAS, 2000) e vivem em metapopulações, colonizando e abandonando essas áreas ano após ano. O controle natural de suas populações ocorre pela ação de aves, pequenos mamíferos, aranhas, doenças causadas por fungos e bactérias, além de parasitoides das ordens Diptera e Hymenoptera (BUZZI, 2010).

O ciclo de vida desses animais está relacionado ao habitat e são facilmente afetadas com alterações ambientais (CULLEN-JUNIOR; RUDRAN; VALLADARES-PADUA, 2006; BROWN-JUNIOR; FREITAS, 2000) e a fase larval, a mais duradoura dentre todas, é mais vulnerável, por ser a mais dependente da vegetação (ALMEIDA; FREITAS, 2012). Mariposas e borboletas são sensíveis à mudanças ambientais, perda de habitat, alteração climática, espécies invasoras, toxinas no ar, solo, água e plantas. (BONEBRAKE et al, 2010). Grandes famílias como Hesperidae e Nymphalidae são comumente utilizadas como parâmetro de qualidade e manejo ambiental (CULLEN-JUNIOR; RUDRAN; VALLADARES-PADUA, 2006). A escolha de plantas hospedeiras é um fator influenciado pelo ambiente, principalmente pela temperatura, como no caso de *Aricia agestis* (PATEMAN et al, 2012). As espécies que mais são influenciadas pelas mudanças do meio são aquelas que habitam as bordas de florestas (MIKICH; BÉRNILIS, 2004). As larvas que se alimentam de plantas de bordas florestais podem dessa maneira ser alguns dos melhores representantes de mudanças ambientais locais.

Devido à preferência pelo uso de adultos e possibilidade de uso de larvas para avaliação de condições ambientais, o presente estudo tem o objetivo de verificar essa aplicabilidade em um fragmento florestal da cidade de Morretes através das espécies de Lepidoptera encontradas em estado larval e/ ou em ovos.

## 2 | METODOLOGIA

O estudo ocorreu na região centro-leste de Morretes em uma área protegida da Serra do Mar. Os espécimes foram coletados entre as posições globais 25°27'56.75"S, 48°49'33.34" O e 25°27'21.93»S, 48°49'52.51" O, buscando-se encontrar ovos e larvas de lepidópteros.

A Estrada da Capituva (FIGURA 1) é um trajeto relacionado a um fragmento florestal em uma encosta montanhosa, que envolve um afluente do Rio Nhundiaquara, formada por Floresta Ombrófila Densa Submontana em sucessões iniciais e intermediárias com clima Cfa, de acordo com Köppen-Geiger. Essa vegetação é comum em temperatura média de 25°C com no máximo dois meses secos (IBGE, 2012). Nesse fragmento florestal podem ser encontradas espécies de famílias vegetais de bordas florestais de ambientes tropicais.



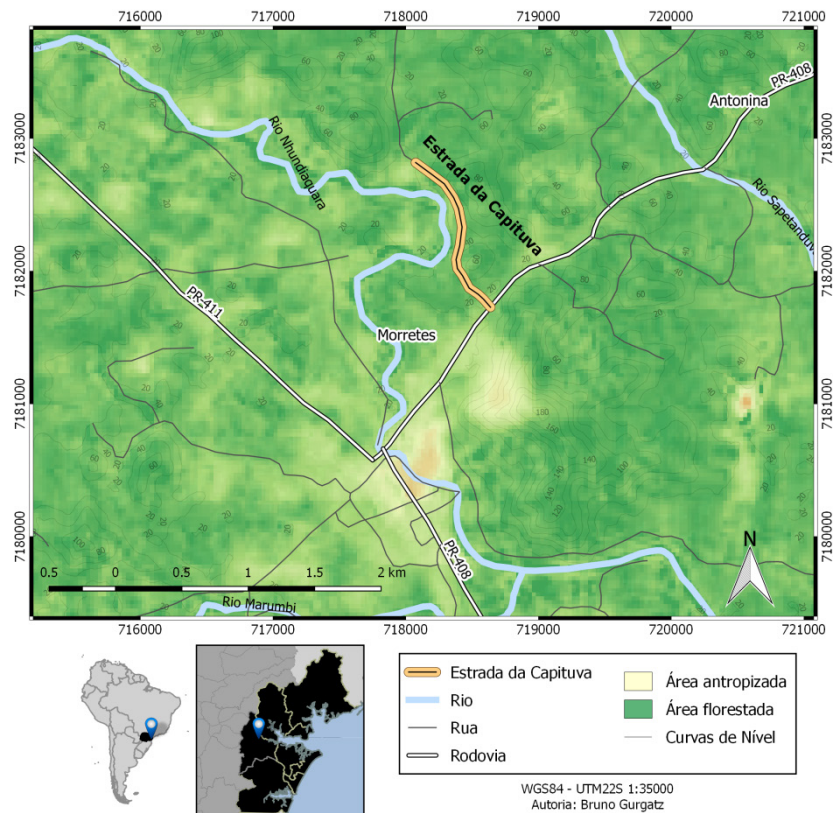


Figura 1: Localização da Estrada da Capitiva, Morretes, Paraná, Brasil.

Fonte: Bruno Gurgatz.

A captura ocorreu semanalmente entre 10 horas e 14 horas de março de 2015 até março de 2016. Para identificar indivíduos no ambiente, procurou-se por sinais de herbivoria, abrigos (BUZZI, 2010), larvas e ovos em folhas de Aristolochiaceae, Piperaceae, Melastomataceae e Anacardiaceae (SOUZA; LORENZI, 2012).

Ovos e larvas, uma vez coletados, foram alocados em recipientes plásticos e levados a um terreno doméstico da mesma região, em temperatura ambiente, com folhas da planta hospedeira, para o desenvolvimento da fase adulta. Todo o processo foi registrado fotograficamente. A morfologia externa dos adultos (BUZZI, 2010) e plantas hospedeiras (SOUZA; LORENZI, 2008) permitiu a identificação de famílias. Para identificar gêneros e espécies, assim como para comparar com outras comunidades, usou-se de literaturas de pesquisas do sul e sudeste brasileiros. Uma vez identificadas, buscou-se por pesquisas sobre condições ambientais a elas relacionadas. Para os espécimes que morreram antes de completar a metamorfose, catalogaram-se igualmente os agentes naturais de controle populacional.

Os indivíduos foram etiquetados, e conservados, após a identificação, sendo adultos alocados em maletas entomológicas e larvas em frascos com álcool 70% (ALMEIDA; RIBEIRO-COSTA; MARINONI, 1998) para depósito no Laboratório Multidisciplinar de Estudos Animais da Universidade Estadual do Paraná – campus Paranaguá, para eventuais consultas.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferentes famílias foram registradas no estudo, que incluem Geometridae, Erebidae, Noctuidae, Notodontidae, Arctiidae, Nymphalidae, Papilionidae e Hesperidae com maior diversidade para as duas últimas. Identificou-se 13 taxa (TABELA 1) e alguns ocorreram em mais de uma estação, noticiando interação com parasitoides Diptera e Hymenoptera. As causas de algumas mortes foram infecções de bactérias e fungos, como um evento regular de borboletários (BERTI-FILHO; CERIGNONI, 2010).

Famílias/ Espécies	P. H.	A. C. G.	E. A.
<b>ARCTIIDAE</b>			
<i>Carales astur</i> (Cramer, 1777)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1	Outono
<b>EREBIDAE</b>			
<i>Gonodonta</i> sp. (Hübner, 1818)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1	Outono, Primavera
<b>GEOMETRIDAE</b>			
<i>Eois</i> sp. (Hübner, 1818)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1	Inverno
<b>HESPERIIDAE</b>			
<i>Memphis moruus stheno</i> (Pritwittz, 1865)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1,2	Verão, Outono, Inverno
<i>Quadrus</i> sp. (Lindsey, 1925)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1,2	Verão, Outono, Inverno
<i>Phocides</i> sp. (Hübner, 1819)	ANACARDIACEAE <i>Astronium</i> sp. Jacq.	1	Verão
<b>NOCTUIDAE</b>			
Morfoespécie 1	MELASTOMATAACEAE <i>Tibouchina candolleana</i> (DC.) Cogn		Primavera
<b>NOTODONTIDAE</b>			
<i>Lobeza</i> sp. (Herrich-Schäffer, 1854)	MELASTOMATAACEAE <i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne.	1	Outono
<b>NYMPHALIDAE</b>			
<i>Adelpha serpa serpa</i> (Boisduval, 1836)	MELASTOMATAACEAE <i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne	3	Outono, Inverno, Primavera, Verão
<i>Consul fabius druryi</i> (Butler, 1874)	PIPERACEAE <i>Piper gaudichaudianum</i> Kuntze.	1	Outono
<b>PAPILIONIDAE</b>			
<i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	ARISTOLOCHIACEAE <i>Aristolochia triangularis</i> Cham.	1	Verão
<i>Heraclides thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1	Outono
<i>Parides anchises nephalion</i> (Godart, 1819)	ARISTOLOCHIACEAE <i>Aristolochia triangularis</i> Cham.	1	Primavera, Verão, Outono

Tabela 1: Taxa de Lepidoptera capturados em Capituva. PR – Paraná.

A ocorrência de *Parides anchises nephalion* principalmente em estações quentes e úmidas é indicio de uma população bem regulada (FREITAS; RAMOS, 2001), enquanto que *Battus polydamas polydamas* habita diversos ambientes, de bordas florestais a cidades ((BERTI-FILHO; CERIGNONI, 2010). Borboletas *Heraclides thoas brasiliensis* habitam vegetações descobertas, como bordas de florestas (BERTI-FILHO; CERIGNONI, 2010; PINHEIRO et al, 2008), alimentando-se na fase larval de folhas de *Citrus* spp, entretanto a amostragem revelou plasticidade alimentar em acordo com outras pesquisas que indicam Piperaceae como plantas hospedeiras. (LEWIS, 2010; RAMOS; BARBOSA, 2014).

A ocorrência de *Quadrus* sp. é comum em áreas não fragmentadas, embora habitem igualmente locais antropizados, mas nesse caso, com menor riqueza de espécies por gênero (MURRAY, 2000). No Paraná, o gênero *Phocides* pode ser encontrado em diversas formações florestais, como Floresta Ombrófila Mista e Campos Naturais (DOLIBAINA; MIELKE; CASAGRANDE, 2011). São espécies bastante distribuídas nas áreas tropicais, cuja identificação é majoritariamente feita via *DNA barcoding* (JANZEN et al, 2011), entretanto não há pesquisas específicas sobre sua condição de indicadores ambientais. A ovoposição desses animais se dá principalmente em folhas com aparências novas e inteiras, ao menos para árvores da família Myrtaceae (NECK, 1981). Borboletas *Memphis* em geral habitam florestas densas (RIBEIRO; FREITAS, 2012), no entanto podem ser encontradas em áreas antropizadas (FRANCINI et al, 2011). Esse tópico pode ser observado para a espécie analisada.

Borboletas do gênero *Consul* são comuns na Floresta Atlântica (UEHARA-PRADO et al, 2004) A planta hospedeira identificada como *Piper gaudichaudianum* (BARDELLI; KIRIZAWA; SOUSA, 2008) é encontrada em vegetações abertas (CAVALHEIRO et al, 2013). Esse microclima está em acordo com a preferência de habitat de borboletas *Consul* para climas secos (BONEBRAKE; SORTO, 2009), porém sua ocorrência também pode ter se dado de acordo com o mês em que foi encontrada, quando há menor pluviosidade se comparado a meses de estações úmidas. Até o presente momento, não há publicações que reflitam caráter bioindicador da espécie, exceto as que demonstram sua grande capacidade de plasticidade ecológica (MUYSHONDT, 1974). Pertencendo a um dos maiores gêneros de Melastomatace (SOUZA; LORENZI, 2012), *Miconia cubatanensis* demonstrou servir de planta hospedeira a *Adelpha serpa serpa*, uma espécie já descrita na região (BONFATTI et al, 2011), durante todo o estudo, com maior densidade populacional nos meses de maio e junho, sendo comum em regiões antropizadas, ou que sofrem algum tipo de interferência ambiental capaz de manter a vegetação em sucessão secundária (DI-MARE; TESTON; CORSEUIL, 2003).

*Lobeza* é outro gênero de Lepidoptera cujas plantas hospedeiras incluem *M. cubatanensis* (PINHEIRO; SILVA; DUARTE, 2011), como verificado no período de pesquisa. Suas fases larvais são gregárias e habitam preferencialmente ambientes sombreados e úmidos (SPTIZ, 1931).

A espécie *Carales astur* já foi localizada no Brasil em São Paulo (ALMEIDA; FREITAS, 2012) em florestas de clima seco (CARDOSO-LEITE et al, 2005), enquanto que na Capituva em bordas florestais, o que igualmente indica predisposição a áreas pouco úmidas.

A alimentação para as fases larvais de *Gondonta* sp é conhecida como folhas de Menispermaceae (ZAHIRI et al, 2012), comumente encontradas no interior de florestas (SOUZA; LORENZI, 2012), o que se contrapõe ao observado no estudo. Uma hipótese seria a adaptação por polifagia, encontrada pela espécie quando não são encontradas plantas hospedeiras de preferência, indicando plasticidade ecológica, já documentada para outros membros da família (TABAKOVIĆ-TOŠIĆ et al, 2014). Para a Morfoespécie 1, membro da família Noctuidae, não foram encontradas referências de seu nicho ecológico, mas, sua planta hospedeira *Tibouchina candolleana* pode ser encontrada em diversos ambientes, sendo ainda usada como ornamento em áreas urbanas (SANTOS; SERAFIM; SANO, 2011).

No Brasil, as mariposas *Eois* sp. podem ser encontradas nas regiões costeiras, como no Paraná e Santa Catarina (BREHM et al, 2011) principalmente em ambientes úmidos com elevada concentração oxigênio atmosférico (FINCHER et al, 2008).

#### 4 | CONCLUSÕES

A Estrada da Capituva se assemelha a áreas instáveis e estáveis, sombreados, com muita produtividade vegetal, com meses ou climas sazonais, úmidos e secos bem definidos. Embora as correntes de ar, oriundas do Oceano Atlântico, sejam o principal influente sobre o clima da região, torna-se claro durante o estudo a influência das interações ecológicas e ciclos biogeoquímicos locais, mantendo a vegetação em estado secundário. Entre as possíveis influências a esse aspecto, cita-se: topografia, tipo de solo e antropização, ressaltando-se a importância de estudar a biodiversidade e sua relação com a civilização humana.

Através desse trabalho pode-se corroborar o uso de juvenis de Lepidoptera como indicadores da qualidade ambiental, mas, indica-se essa prática em consonância com coleta de adultos para verificação dos dados obtidos. Embora de curta abrangência, notou-se na amostragem, a presença de importantes grupos de borboletas e mariposas, como HesperIIDae e Nymphalidae, conformando o local de estudo como uma região propícia ao conhecimento sobre essas espécies e suas relações ecológicas em futuros estudos.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. C.; FREITAS, A. V. L. **Lepidoptera: Borboletas e Mariposas do Brasil**. São Paulo: Exclusiva, 2012.
- ALMEIDA, L. M.; RIBEIRO-COSTA, C. S.; MARINONI, L. **Manual de Coleta, Conservação, Montagem e Identificação de Insetos**. Ribeirão Preto: Holos, 1998.
- BARDELLI, K. C.; KIRIZAWA, M.; SOUSA, A. V. G. O gênero *Piper* L. (Piperaceae) da Mata Atlântica da Microbacia do Sítio Cabuçu-Proguaru, Guarulhos, SP, Brasil. **Hoehnea**, v.35, n.4, p.553-561, 2008.
- BERTI-FILHO, E.; CERIGNONI, J. A. **Borboletas**. São Paulo: FEALQ, 2010.
- BONEBRAKE, T. C.; PONISIO, L.C.; BOGGS, C.L.; EHRLICH, P.R. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**. v.143, n.8, p. 1831-1841, 2010.
- BONEBRAKE, T. C.; SORTO, R. Butterfly (Papilionoidea and Hesperioidea) rapid assessment of a coastal countryside in El Salvador. **Tropical Conservation Science**, v.2, n.1, p.34-51, 2009.
- BONFANTTI, D.; LEITE, L.A.R.; CARLOS, M.M.; CASAGRANDE, M.M.; MIELKE, E.C.; MIELKE, O.H.H. Riqueza de borboletas em dois parques urbanos de Curitiba, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica**. v.11, n.2, p.247-253, 2011.
- BREHM, G.; BODNER, F.; STRUTZENBERGER, P.; HÜNEFELD, F.; FIEDLER, K. Neotropical *Eois* (Lepidoptera: Geometridae): Checklist, Biogeography, Diversity, and Description Patterns. **Annals of the Entomological Society of America**, v.104, n.6, p.1091-1107, 2011.
- BROWN-JUNIOR, JR. K.S.; FREITAS, A.V.L. Atlantic Forest Butterflies: Indicators for Landscape Conservation. **Biotropica**, v.32, n.4b, p.934- 956, 2000.
- BUZZI, Z. J. **Entomologia Didática**, Curitiba: UFPR, 2010.
- CARDOSO-LEITE, E.; PAGANI, M.I.; MONTEIRO, R.; HAMBURGER, D.S. Ecologia da paisagem: mapeamento da vegetação da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.2, p.233-243, 2005.
- CAVALHEIRO, C. N.; SCHNEIDER, F.; GRILLO, H.C.Z.; CORRÊA, N.R.; ALMEIDA, R.V.A.; SPINELLI, R.; PÉRICO, E.; FERLA, N.J.; REMPEL, C. Distribuição de *Piper gaudichaudianum* Kuntze (Piperaceae) e efeito de borda em fragmento florestal do Jardim Botânico de Lajeado (JBL), Rio Grande do Sul. **Revista Destaques Acadêmicos**, v.5, n.3, p. 131-139, 2013.
- CULLEN-JUNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (orgs.). **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. 2 ed. Curitiba: UFPR e Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2006.
- DI-MARE, R. A.; TESTON, J. A.; CORSEUIL, E. Espécies de *Adelpha* Hübner, [1819] (Lepidoptera, Nymphalidae, Limenitidinae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.47, n.1, p.75-79, 2003.
- DOLIBAINA, D. R.; MIELKE, O. H. H.; CASAGRANDE, M. M. Borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) de Guarapuava e arredores, Paraná, Brasil: um inventário com base em 63 anos de registros. **Biota Neotropica**, v.11, n.1, p.341-354, 2011.
- FINCHER, R. M.; DYER, L. A.; DODSON, C. D.; RICHARDS, J. L.; TOBLER, M. A.; SEARCY, J.; MATHER, J.E.; REID, A.J.; ROLIG, J.S.; PIDCOCK, W. Inter- and Intraspecific Comparisons of Antiherbivore Defenses in Three Species of Rainforest Understory Shrubs. **Journal of Chemical**



**Ecology**, v.34, n.4, p.558–574, 2008.

FRANCINI, R. B.; DUARTE, M.; MIELKE, O.H.H.; CALDAS, A.; FREITAS, A.V.L. Butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) of the “Baixada Santista” region, coastal São Paulo, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.55, n.1, p.55–68, 2011.

FREITAS, A. V. L.; RAMOS, R. R. Biologia populacional de *Parides anchises nephalion* (Papilionidae) em uma área litorânea no Sudeste do Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v.61, n.4, p.623-630, 2001.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2 ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012.

JANZEN, D. H.; HALLWACHS, W.; BURNS, J.M.; HAJIBABAEI, M.; BERTRAND, C.; HEBERT, P.D.N. Reading The Complex Skipper Butterfly Fauna Of One Tropical Place. **Plos One**, v.6, n.8, E19874, 2011.

LEWINSOHN, T. M. **Avaliação do estado de conhecimento da biodiversidade brasileira**. Vol 1, Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

LEWIS, D. S. A. **Phylogeny and revision of the genus *Heraclides* Hübner, 1819 (Lepidoptera: Papilionidae: Papilioninae: Papilionini)**. 301 f. Dissertação (Philosophiæ Doctor in Systematic Entomology) - University of Florida, Gainesville, 2010.

MACHADO, R.D. (Coord). **Mata Atlântica: nossa floresta em perigo**. Curitiba: Posigraf, 1999.

MIKICH, S. B.; BÉRNILIS, R. S. (Eds). **Livro Vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 2004.

MURRAY, D.L. A survey of the butterfly fauna of Jatun Sacha, Ecuador (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea). **Journal of Research on the Lepidoptera**, v.35: p.42-60, 2000.

MUYSHONDT, A. Notes on the life cycle and natural history of butterflies of El Salvador. III. *Anaea (Consul) fabius* (Nymphalidae). **Journal of Research on the Lepidoptera**, v.28, n.2, p.81- 89, 1974.

NECK, R. W. Leaf selection for oviposition sites by a tropical skipper butterfly. **Journal of the Lepidopterists' Society**, v.35, n.3, p.240-242, 1981.

OLIVEIRA-NETO, J.F.; DIAS, F.M.; PAWOSKI, E.L.; OLIVEIRA, P.; CASAGRANDE, M.M.; MIELKE, O.H.H. Immature Stages of Six Species of *Adelpha* Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae: Limenitidinae) from Southern Brazil Coastal Forests. **Neotropical Entomology**, v.45, n.5, p.524-536, 2016.

PATEMAN, R. M.; HILL, J.K.; ROY, D.B.; FOX, R.; THOMAS, C.D. Temperature-dependent alterations in host use drive rapid range expansion in a butterfly. **Science**, v.336, n.6084, p.1028–1030, 2012.

PINHEIRO, C. E. G.; MALINOV, I.C.; ANDRADE, T.O.; MARAVALHAS, J.B, ANDRADE, M.B.M.; DEUS L.P.A.; PEDROSA, L.G.P.; ZANATTA, G.V. As borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea) do Campus Universitário Darcy Ribeiro (Distrito Federal, Brasil). **Biota Neotropica**, v.8, n.4, p.139-144, 2008.

PINHEIRO, L. R.; SILVA, R. O.; DUARTE, M. Immature stages of the moth *Lobeza dentilinea* (Lepidoptera: Notodontidae), with redescription of the species based on male and female morphology. **Zoologia**, v.28, n.4, p.517–524, 2011.

PRICE, P.W.; DENNO, R.F.; EUBANKS, M.D.; FINKE, D.L.; KAPLAN, I. **Insect Ecology**: Behavior,



Populations and Communities. London: Cambridge University Press, 2011.

RAMOS, C. S.; BARBOSA, Q. P. S. Metabolism of safrole by *Heraclides thoas brasiliensis* (Papilionidae). **Journal of the Lepidopterists' Society**, v.68, n.4, p.283–285, 2014.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. The effect of reduced-impact logging on fruit-feeding butterflies in Central Amazon, Brazil. **Journal of Insect Conservation**, v.16, n.5, p.733-744, 2012.

RIBEIRO, M. C. METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v.142, n.6, p.1141–1153, 2009.

SANTOS, M. F.; SERAFIM, H.; SANO, P.T. An analysis of species distribution patterns in the Atlantic Forests of Southeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v.68, n.3, p.373–400, 2011.

SECRETÁRIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SEMA). **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná**. Curitiba: SEMA/GTZ, 1995.

TABAKOVIĆ-TOŠIĆ, M.; GEORGIEVA, M.; HUBENOV, Z.; GEORGIEV, G. Impact of tachinid parasitoids of gypsy moth (*Lymantria dispar*) after the natural spreading and introduction of fungal pathogen *Entomophaga maimaiga* in Serbia. **Journal of Entomology and Zoology Studies**; v.2, n.5, p.262-266, 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: um guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. 3 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

UEHARA-PRADO, M.; FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN-JUNIOR, JR. K.S. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (SP). **Biota Neotropica**, v.4, n.1, p.1-25, 2004.

ZAHIRI, R.; HALLOWAY, J.D.; KITCHING, I.J.; LAFONTAINE, J.D.; MUTANEN, M.; WAHLBERG, N. Molecular phylogenetics of Erebidae (Lepidoptera, Noctuoidea). **Systematic Entomology**, v.37, n.1, p.102–124, 2012.

## PERFIL QUÍMICO DO CACTO EPÍFITO *Rhipsalis teres* (CACTACEAE)

### Renan Canute Kamikawachi

UNESP- Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Farmacêuticas de  
Araraquara  
Araraquara-SP

### Virginia Carrara

UNESP- Universidade Estadual Paulista Instituto  
de Biociências – Campus do Litoral Paulista  
São Vicente-SP

### Marcelo José Dias Silva

UNESP- Universidade Estadual Paulista Instituto  
de Biociências – Campus do Litoral Paulista  
São Vicente-SP

### Odair José Garcia de Almeida

UNESP- Universidade Estadual Paulista Instituto  
de Biociências – Campus do Litoral Paulista  
São Vicente-SP

### Wagner Vilegas

UNESP- Universidade Estadual Paulista Instituto  
de Biociências – Campus do Litoral Paulista  
São Vicente-SP

**RESUMO:** A família Cactaceae apresenta grande número de indivíduos distribuídos por toda a América, incluindo a tribo Rhipsalideae, que possui inúmeras espécies medicinais utilizadas pela população. No entanto, poucos estudos integrados foram realizados sobre a composição química e as atividades biológicas. Este estudo teve como objetivo elucidar o

perfil químico de *Rhipsalis teres* (Vell.) Steud. Aplicação de técnicas de Espectrometria de Massas revelaram que as saponinas representam a principal classe de metabólitos secundários do extrato hidroalcoólico de *R. teres* e que os ácidos fenólicos são substâncias minoritárias. Análises por espectrometria de massa sugeriram que as saponinas são triterpênos derivados do ácido oleonólico e/ou ácido ursólico, associados a até 4 unidades sacarídicas e que os ácidos fenólicos são derivados do ácido quínico. Esta última classe de substâncias não havia sido detectada previamente em Cactaceae.

**PALAVRAS-CHAVE:** espectrometria de massas, saponinas, ácido oleanólico, ácido ursólico, ácidos fenólicos

### CHEMICAL PROFILE OF THE EPHYTIC CACTUS *Rhipsalis teres* (CACTACEAE).

**ABSTRACT:** The Cactaceae family has a large number of individuals distributed throughout the Americas, including the Rhipsalideae tribe, which has numerous medicinal species used by the population. However, few integrated studies have been performed on chemical composition and biological activities. This study aimed to elucidate the chemical profile of *R. teres* (Vell.) Steud. Application Mass Spectrometry techniques revealed that saponins represent the

main class of secondary metabolites of the hydroalcoholic extract of *R. teres* and that phenolic acids are minority substances. Mass spectrometric analyzes have suggested that saponins are triterpenes derived from oleolic acid and/or ursolic acid, associated with up to 4 saccharide units and that phenolic acids are derived from quinic acid. This latter class of substances had not been previously detected in Cactaceae.

**KEYWORDS:** mass spectrometry, saponins, oleanolic acid, ursolic acid, fenólic acids

## INTRODUÇÃO

A família Cactaceae compreende cerca de 1500 espécies, as quais em sua maioria são encontradas apenas nas Américas e geralmente habitam ambientes áridos ou semiáridos (OCAMPO; COLUMBUS, 2010). No Brasil, os membros dessa família são principalmente utilizados como plantas ornamentais e com menor frequência como alimento e medicamento (XAVIER, 2010; VALENTE et al, 2007). Os cactos são classificados em cinco subfamílias, sendo estas a Leuenbergioideae, Pereskioideae, Opuntioideae, Mahuenioideae e Cactoideae (STEVEN, 2001; ANDERSON, 2001).

Análises químicas acerca dessa família revelaram ampla diversidade de substâncias pertencentes às classes dos flavonoides (vitexina, kaempferol e quercetina) (ABDUL-WAHAB et al, 2012; YI et al 2011; CHANG et al 2008), alcaloides (mescalina, hordenina e tiramina) (ESCOBAR; ROAZZI, 2010; DAVET, 2005, STARHA, 1996), triterpenos (ácido oleonólico, ácido betulínico e ácido queretaróico) (YE et al, 1998) e das saponinas (dumortierinosideo A, erucasaponina A, stellanosideo C, D e E e saponinas derivadas do ácido oleanólico<sup>14</sup>) (KISHINOTA et al, 2000; OKAZAKI et al, 2007; KAKUTA et al, 2012; IMAI et al, 2006)

Inserida na subfamília Cactoideae, a tribo Rhipsalideae possui alta taxa de endemismo e ocorre naturalmente na Mata Atlântica, um dos maiores centros de diversidade no mundo (KOROTKOVA et al, 2011; ORTEGA-BAES et al, 2010). Nesse táxon ocorrem diversas espécies com uso medicinal por populações tradicionais em toda a América Latina. Estudos etnobotânicos relataram o uso de *Rhipsalis teres* (Vell.) Steud como medicamento para o coração e pneumonia (VENDRUSCULO; MENTZ, 2006a; VENDRUSCULO; MENTZ, 2006b; VENDRUSCULO et al, 2005), a propriedade sedativa de *R. myosurus* (MENTZ et al, 1997), o emplastro de *Rhipsalis* sp no tratamento de ferimentos e queimaduras (STANISKI et al, 2014), a infusão do caule e frutos de *R. lumbricoides* no tratamento de pressão alta e a decocção dos caules para dores no coração, além do cataplasma do caule para tumores e inflamações (LUCENA et al, 2014; CARBONÓ-DELAHOZ; DIB-DIAZGRANADOS, 2013; CHIFA; RICCIARDI, 2002), o uso de *R. baccifera* no alívio de dores nos ossos, no tratamento de varizes e de processos inflamatórios, bem como a infusão do caule para o tratamento de diabetes, pressão alta, além da água do macerado no tratamento de hepatite (DOMÍNGUEZ-BARRADAS, et al, 2015; FUENTES, 2005).

Apesar dos diversos estudos fitoquímicos em Cactaceae, o estudo da composição química de espécies da tribo Rhipsalideae é superficial. Do ponto de vista químico, há poucos trabalhos que abordam a presença da classe dos alcaloides através da reação de Dragendorff em algumas espécies de *Rhipsalis*, mas não identificaram a estrutura dessas substâncias (CHIFA; RICCIARDI, 2002; KEEPER TROUT, 2013). Um único trabalho realizado por TURSCH et al (1965) identificou um triterpeno derivado do ácido oleanólico em *R. mesembryanthemoides* Haw. Sendo este estudo o primeiro a investigar os metabólitos secundários presentes no extrato etanólico do cacto epífito *Rhipsalis teres*.

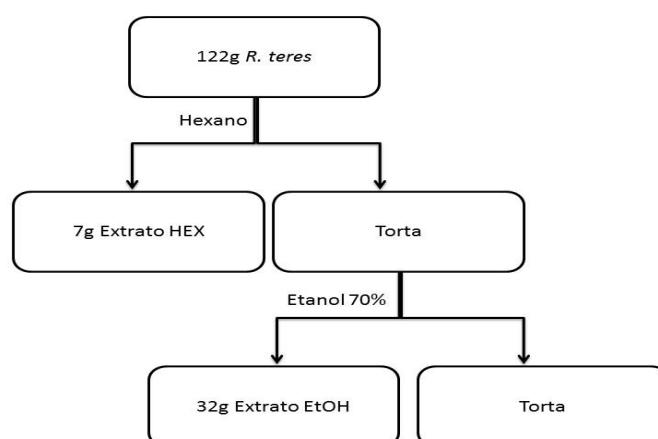
## PARTE EXPERIMENTAL

### Secagem e moagem

Os caules de *R. teres* foram coletados no Instituto de Biociências – Câmpus do Litoral Paulista e depositados no Herbário da Universidade Santa Cecília - HUSC sob o número 11437. Os caules de *R. teres* (1 Kg) foram previamente divididos, separados e dispostos em camadas finas e, então submetidos à secagem em estufa de ar circulante a 45°C durante 7 dias. O material foi pulverizado em moinho de facas, fornecendo 122g. O pó obtido foi armazenado em frasco de vidro âmbar devidamente rotulado.

### Obtenção dos extratos

O pó de *R. teres* (122 g) foi extraído primeiramente com Hexano (HEX, 1.000 mL) para extração das graxas e, depois, com Etanol 70% (EtOH 70%, 1.500 mL), por meio de percolação exaustiva (Figura 1). Após a extração, os líquidos extratores foram rotoevaporados sob pressão reduzida, a temperatura 40 °C, fornecendo 7,6g do extrato HEX (rendimento 6%). Após a concentração, o extrato EtOH 70% foi liofilizado gerando 32g (rendimento 26%).



## Análise química

Para o estabelecimento do perfil químico, o extrato EtOH 70% foi inicialmente submetido a análises por cromatografia de camada delgada em placas de sílica gel<sup>UV254</sup> e fase móvel contendo a mistura de clorofórmio/n-propanol/metanol/água 31:38:6:25 (v:v) e reveladas com anisaldeído/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, reagente de Dragendorff, reagente NP-PEG. Foi também realizado o teste de permanência de espuma (qualitativo para saponinas), de acordo com a FARMACOPÉIA BRASILEIRA (2010).

Uma alíquota (5 mg) de cada extrato foi pesada e ressuspensas em 1 mL de metanol/H<sub>2</sub>O (8:2) e submetidas ao *clean-up* utilizando-se cartuchos Sep-Pak C18 de fase reversa tamanho da partícula 45µ e diâmetro e poro 60 Å). O cartucho foi ativado com 450 uL de MeOH e equilibrado com 450 uL de MeOH/H<sub>2</sub>O (8:2v/v). A amostra (5,0 mg) foi solubilizada em 1 mL e, posteriormente, submetida à extração em fase sólida, com 450 uL da mesma mistura de MeOH/H<sub>2</sub>O. A solução obtida foi seca à temperatura ambiente, redissolvida em MeOH/H<sub>2</sub>O (8:2 v/v), obtendo-se a solução estoque de concentração de 5,0 mg/mL e filtrada em filtro PTFE 0,22 µm.

A fim de obter uma visão preliminar da composição química do extrato EtOH 70% de *R. teres*, o extrato EtOH 70% foi analisado por espectrometria de massas usando o método de infusão direta, em modo negativo, com ionização por *Electrospray* e analisador de Íon *Trap* (*FIA-ESI-IT-MS<sup>n</sup>*). O gás de nebulização foi nitrogênio. A temperatura do capilar foi fixada em 280°C. O vácuo foi de 1,14 Torr.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Perfil químico

A triagem por cromatografia em camada delgada (CCD) do extrato EtOH 70% (Tabela 1) apresentou, em maior quantidade, bandas púrpura-arroxeadas quando revelada com anisaldeído sulfúrico, sugerindo a presença de saponinas, confirmado no ensaio qualitativo de espuma (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 2010). Em menor quantidade foram visualizadas bandas amarelo claras, que fluoresceram sob luz UV 356, sugerindo a presença de ácidos fenólicos.

Classes de Compostos	Presença no extrato EtOH 70%
Esteroides e Triterpenos	+++
Flavonoides	-
Alcaloides	-
Ácidos Fenólicos	+

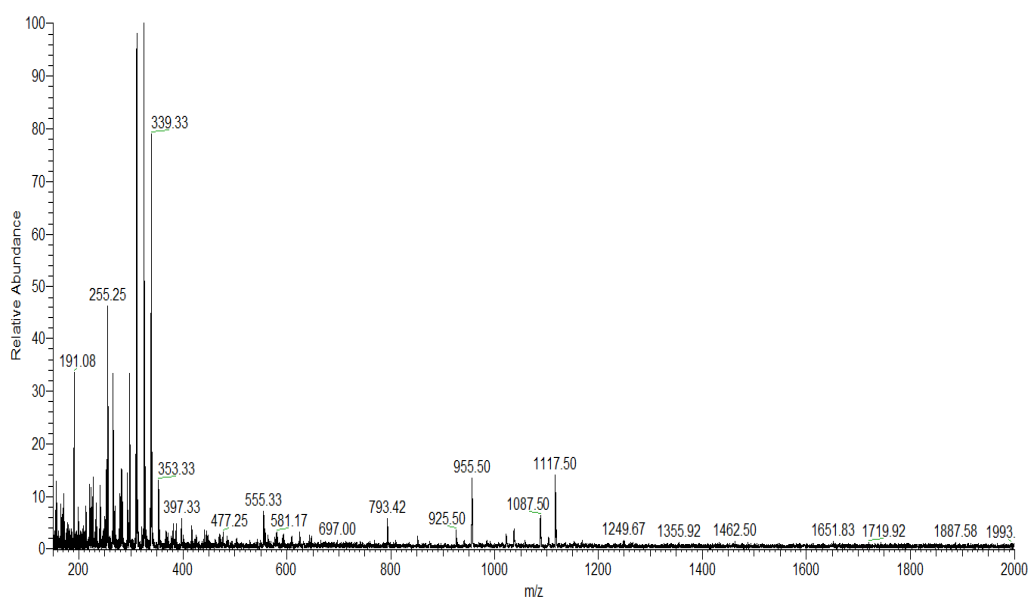
Tabela 1. Classes de substâncias encontradas no extrato EtOH 70%

Diversos estudos mostraram a presença de saponinas em diferentes táxons pertencentes à família Cactaceae (KAKUTA et al, 2012; YE et al, 1998; KISHINOTA et al, 2000; OKAZAKI et al, 2007; IAMA et al, 2006). Entretanto, não há indícios de ocorrências de ácidos fenólicos nesta família, sendo este o primeiro estudo a detectar esta classe de substâncias em cactos.

A fim de obter uma visão mais aprofundada sobre a composição química da espécie, o extrato EtOH 70% foi submetido à análises por infusão direta em espectrômetro de massas em modo tandem (*ESI-IT-MS<sup>n</sup>*).

O espectro de massas em *full-scan* do extrato apresenta os íons precursores das moléculas desprotonadas  $[M - H]^-$  (Figura 2). Foi realizado o experimento *MS<sup>n</sup>* dos íons precursores que corroborou com a presença de saponinas, apresentando íons de  $m/z$  1117, 955, 793 e 647, detectando-se a presença de perdas correspondentes a açúcares: 162 Da (hexose), 146 Da (deoxiexose) e 132 Da (pentose), além de picos de  $m/z$  455, sugerindo a presença do(s) ácido(s) ursólico (1) e/ou oleanólico (2) (Figura 3).

Foram também observados picos de  $m/z$  191 e  $m/z$  353, pertencentes aos ácidos quínico (3) e cafeoilquínico (4) (Figura 4), respectivamente. Essas substâncias pertencem à classe dos ácidos fenólicos e representam as substâncias minoritárias.



**Figura 2.** Espectro de massas full scan do extrato EtOH 70% de *Rhipsalis teres*



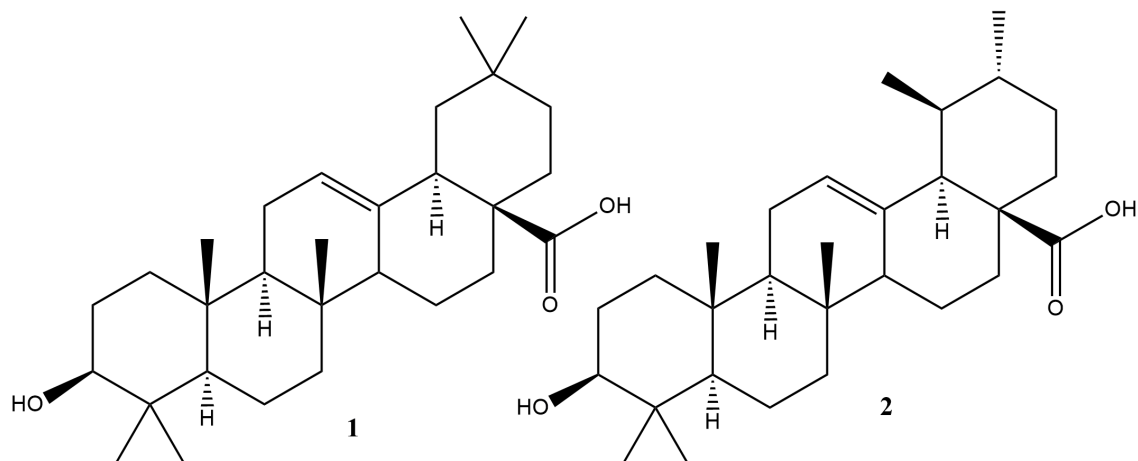


Figura 3. Saponinas triterpênicas de *Rhipsalis teres*

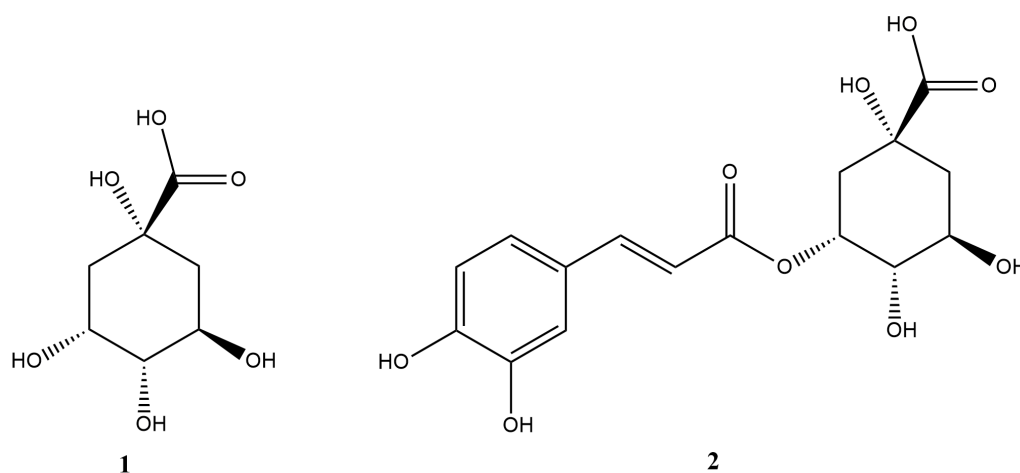


Figura 4. Ácidos fenólicos encontrados de *Rhipsalis teres*

Fragmentação MS2 do íon precursor de  $m/z$  1117 [M - H]<sup>-</sup> gerou o íon produto de  $m/z$  955 [M - 162 - H]<sup>-</sup>, correspondente à perda de uma unidade de hexose. Fragmentação MS3 do íon precursor de  $m/z$  955 gerou o íon produto de  $m/z$  793 [M - 162 - 162 - H]<sup>-</sup>, correspondente à perda de uma segunda unidade de hexose. Fragmentação MS4 do íon precursor de  $m/z$  793 gerou o íon produto de  $m/z$  455 [M - 162 - 162 - 162 - 176 - H]<sup>-</sup>, correspondente à perda de uma terceira unidade de hexose e de uma unidade de ácido urônico. O conjunto desses resultados permite propor a presença de uma saponina derivada do ácido oleanólico ou ursólico substituída por uma cadeia sacarídica composta por hexose-hexose-hexose-ácido urônico.

Fragmentação MS2 do íon precursor de  $m/z$  1087 [M - H]<sup>-</sup> gerou o íon produto de  $m/z$  925 [M - 162 - H]<sup>-</sup>, correspondente à perda de uma unidade de hexose. Fragmentação MS3 do íon precursor de  $m/z$  925 gerou o íon produto de  $m/z$  793 [M - 162 - 132 - H]<sup>-</sup>, correspondente à perda de uma segunda unidade de hexose. Fragmentação MS4 do íon precursor de  $m/z$  793 gerou o íon produto de  $m/z$  455 [M - 162 - 132 - 162 - 176H]<sup>-</sup>, correspondente a perda de uma terceira unidade de hexose e uma unidade de ácido urônico. O conjunto desses resultados permite propor a presença de uma saponina derivada do ácido oleanólico ou ursólico substituída por

uma cadeia sacarídica composta por hexose-pentose-hexose-ácido urônico.

Fragmentação MS2 do íon precursor de  $m/z$  1087  $[M - H]^+$  gerou o íon produto de  $m/z$  925  $[M - 162 - H]^+$ , correspondente à perda de uma unidade de hexose. Fragmentação MS3 do íon precursor de  $m/z$  925 gerou o íon produto de  $m/z$  763  $[M - 162 - 162 - H]^+$ , correspondente à perda de uma segunda unidade de hexose. Fragmentação MS4 do íon precursor de  $m/z$  763 gerou o íon produto de  $m/z$  455  $[M-162 - 162 - 162 - 146H]^+$ , correspondente a perda de uma terceira unidade de hexose e uma unidade de desoxiexose. O conjunto desses resultados permite propor a presença de uma saponina derivada do ácido oleanólico ou ursólico substituída por uma cadeia sacarídica composta por hexose-hexose-hexose-desoxiexose.

Fragmentação MS2 do íon precursor de  $m/z$  955  $[M - H]^+$  gerou o íon produto de  $m/z$  793  $[M - 162 - H]^+$ , correspondente à perda de uma unidade de hexose. Fragmentação MS3 do íon precursor de  $m/z$  793 gerou o íon produto de  $m/z$  455  $[M - 162 - 162 - 176 H]^+$ , correspondente à perda de uma segunda unidade de hexose e uma unidade de ácido urônico. O conjunto desses resultados permite propor a presença de uma saponina derivada do ácido oleanólico ou ácido ursólico substituída por uma cadeia sacarídica composta por hexose-hexose-ácido urônico.

Estes resultados sugerem que as saponinas são as substâncias majoritárias de *R. teres* e possuem um *core* de ácido oleanólico e/ou ácido ursólico com diversas unidades sacarídicas associadas. Isso indica que os usos populares de *R. teres* podem estar relacionados às saponinas. De forma geral, há duas propriedades principais das saponinas que podem estar relacionadas ao uso populares de *R. teres* sendo estas: 1) atividade anti-inflamatória e, 2) hipocolesterômica (LOPEZ-ROMERO et al, 2017; SIMÕES et al, 2010; FRANCIS et al, 2002).

## CONCLUSÃO

O cacto epífito *Rhipsalis teres* tem sua composição química baseada, principalmente, em saponinas triterpênicas derivadas do ácido oleanólico e/ou ursólico e, minoritariamente, em ácidos fenólicos derivados do ácido quínico. Saponinas derivadas de ácido oleanólico já haviam sido descritas na subfamília Cactoideae. Entretanto, não haviam sido observadas em espécies da tribo Rhipsalideae. Os ácidos fenólicos não possuíam relatos de ocorrência na família Cactaceae, sendo este o primeiro estudo a ser observado para essa família. Os resultados corroboram com o uso popular de *R. teres*, uma vez que saponinas apresentam atividade hipocolesterômica e anti-inflamatória, as quais auxiliam no tratamento de doenças coronárias e pneumonia.

## REFERÊNCIAS

- ABDUL-WAHAB, I. R.; GUILHON, C. C.; FERNANDES, P. D.; BOYLAN, F. Anti-nociceptive activity of *Pereskia bleo* Kunth. (Cactaceae) leaves extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 144, n. 3, p. 741-746, 2012.
- ANDERSON, F. E. **The Cactus family**. Portland, Oregon: Timber Press, 2001.
- CARBONÓ-DELAHOZ, E.; DIB-DIAZGRANADOS, J. C. Plantas medicinales usadas por los Cogui en el río Palomino, Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). **Caldasia**, n. 35, p. 333-350, 2013.
- CHANG, S. F.; HSIEH, C. L.; YEN, G. C. The protective effect of *Opuntia dillenii* Haw fruit against low-density lipoprotein peroxidation and its active compounds. **Food Chemistry**, v. 106, n. 2, p. 569-575, 2008.
- CHIFA, C.; RICCIARDI, A. Cactáceas medicinales en la flora chaqueña de Argentina usadas por las comunidades aborígenes Toba y Wichí. In: **Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE**, 8., 2002, Corrientes. Anais. Chaco, Corrientes, Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, 2002. Disponível em: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2002/cyt.htm>. Acesso em: 20 set. 2016.
- DAVET, A. **Estudo fitoquímico e biológico do cacto – *Cereus jamacaru* de Candolle, Cactaceae**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2005.
- Dominguez-Barradas, C.; Cruz-Morales, G. E.; González-Gándara, C.; **CienciaUAT**, 2015, 9, 41.
- ESCOBAR, J. A. C.; ROAZZI, A. Panorama contemporâneo do uso terapêutico de substâncias psicodélicas: Ayahuasca e Psilocibina. **Neurobiologia**, v.73, n. 3, p. 159-172, 2010.
- ANVISA . **Farmacopéia**, 5th ed., Brasília, 2010.
- FRANCIS, G.; KEREM, Z.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p. 587-605, 2002.
- Fuentes, V. R.; Em *Memorias del Taller Conservación de cactus Cubanos*; González-Torres, L. R.; Palmadora, A.; Rodríguez, A., eds.; Feijó, 2005.
- IAMAI, T.; OKAZAKI, S.; KISHINOTA, K.; KOYAMA, K.; TAKAHASHI, K.; YUASA, H. Triterpenoid saponins from cultural plants of *Stenocereus stellatus* (Cactaceae). **Journal of Natural Products**, v. 60, n. 1, p. 49-53.
- KAKUTA, K.; BABA, M.; ITO, S.; KINOSHITA, K.; KOYAMA, K.; TAKAHASHI, K. New triterpenoid saponin from cacti and anti-type I allergy activity of saponins from cactus. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 22, n. 14, p. 4793-4800.
- KEEPER TROUT. **Cactus Chemistry: by Species**. Disponível em: <https://sacredcacti.com/cactus-chemistry/>
- KISHINOTA, K.; KOYAMA, K.; TAKAHASHI, K.; KONDO, N.; YUASA, H. New triterpenoid saponin from *Isolatocereus dumortieri*. **Journal of Natural Products**, v. 63, n. 5, p. 701-703.
- KOROTKOVA, N.; BORSCH, T.; QUANDT, D.; TAYLOR, N. P.; MÜLLER, K. F.; BARTHLOTT, W. What does it takes to resolve relationships and to identify species with molecular markers? An example from the epiphytic Rhipsalideae (Cactaceae). **American Journal of Botany**, v. 98, p. 1549-1572.
- LOPEZ-ROMERO, J. C.; AYALA-ZAVALA, J. F.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; PEÑA-RAMOS, E. A.;

- GONZÁLEZ-RIOS, H. Biological activities of *Agave* by-products and their possible applications in food and pharmaceuticals. **Science of Food and Agriculture**, v. 55, n. 11, p. 4413-4423, 2018.
- LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; MARIN, E. A.; NUNES, E. N.; OLIVEIRA, R. S.; MELO, J. G.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. P. Medicinal potential of cacti in the semiarid region of Northeastern Brazil. **Gaia Scientia**, n. 36, 2014.
- MENTZ, L. A.; LUTZEMBERGER, L. C.; SCHENKEL, E. P. Da Flora Medicinal do Rio Grande do Sul: Notas Sobre a Obra de D'Ávilla (1910). **Caderno de Farmácia**, v. 13, n. 1, p. 25-48, 1997.
- OCAMPO, G.; COLUMBUS, J. T. Molecular phylogenetics of suborder Cactineae (Caryophyllales), including insights into photosynthetic diversification and historical biogeography. **American Journal of Botany**, v. 97, n. 11, p.1827-1847, 2010.
- OKAZAKI, S.; KISHINOTA, K.; ITO, S.; KOYAMA, K.; YUASA, H.; TAKAHASHI, K. New triterpenoid saponin from *Stenocereus eruca* (Cactaceae). **Journal of Natural Products**, v. 61, n. 1, p. 24-29.
- ORTEGA-BAES, P.; SUHRING, S.; SAJAMA, J.; SOTOLA, E.; ALONSO-PEDANO, M.; BRAVO, S.; GODÍNEZ-ALVAREZ, H. Diversity and conservation in the cactus family. In: RAMAWAT, K. G. **Desert plants**. Berlin: Springer, 2010.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A., PETROVICK, P. R. chap. 27 in: **Farmacognosia da planta ao medicamento**. SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M. L. eds.; Editora da FURGS: Porto Alegre e Editora da UFSC: Florianópolis, 2010.
- STANISKI, A.; FLORIANI, N.; STRACHULSKI, J. Ethnobotanical study of medicinal plants in the *faxinal* community Sete Saltos de Baixo, Ponta Grossa, PR. **Terr@ Plural**, v. 8, n. 2, p. 321-340, 2014.
- STARHA, R. Alkaloids from the cactus genus *Gymnocalycum* (Cactaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 24, n. 1, p. 85-86, 1996.
- STEVENS P. F. Angiosperm Phylogeny Website 2001. In: Version 14. July 2017. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html>. Acesso em: 18 dez 18
- TURSCH, S.; LECLERQ, J.; CHIOURDOGLU, G. Structure de l'acide mesembryanthemoidigénique, triterpène nouveau des cactacées. **Tetrahedron Letters**, n. 47, pp. 4161-4166, 1965.
- VALENTE, L. M. M.; SCHEINVAR, L. A.; DA SILVA, G. C.; ANTUNES, A. P.; DOS SANTOS, F. A. L.; OLIVEIRA, T. F.; TAPPIN, M. R. R.; AQUINO NETO, F. R.; PEREIRA, A. S.; CARVALHAES, S. F.; SIANI, A. C.; DOS SANTOS, R. R.; SOARES, R. O. A.; FERREIRA, E. F.; BOZZA, M.; STUTZ, C.; GIBALDI, D. Evaluation of the antitumor and trypanocidal activities and alkaloid profile in species of Brazilian Cactaceae. **Pharmacognosy Magazine**, v. 3, n. 11, p. 167-172, 2007.
- VENDRUSCULO, G. S.; MENTZ, L. A. Levantamento etnobotânico das plantas utilizadas como medicinais por moradores do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 61, n. 1-2. pp. 83-103, 2006a.
- VENDRUSCULO, G. S.; MENTZ, L. A. Estudo da concordância de citações de uso e importância das espécies e famílias utilizadas como medicinais pela comunidade do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 20, n. 2. p. 367-382, 2006b.
- VENDRUSCULO, G. S.; SIMÕES, C. M. O.; MENTZ, L. A. Etnobotânica no Rio Grande do Sul: comparativa entre o conhecimento original e atual sobre as plantas medicinais nativas. **Botânica**, n. 56, p. 285-321, 2005.
- XAVIER, P. B. **Germinação e aclimatização de *Hamatocactus setispinus* (CACTACEAE)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil, 2010.

YE, Y.; KISHINOTA, K.; KOYAMA, K.; TAKAHASHI, K.; KONDO, N.; YUASA, H. New triterpenes from *Trichocereus bridgesii*. **Journal of Natural Products**, v. 55, n. 7, p. 953-955.

YI, Y.; WU, X.; WANG, Y.; YE, W. C.; ZHANG, Q. W. Studies on the flavonoids from the flowers of *Hylocereus undatus*. **Journal of Chinese Medicinal Materials**, v. 34, n. 5, p. 712-716, 2011.

## USO DA CINZA DE BIOMASSA DE EUCALIPTO COMO CORRETIVO DE ACIDEZ DE SOLO, NA NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO

### **Eduardo Bianchi Baratella**

Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FEIS  
Ilha Solteira – SP

### **Regis Quimello Borges**

Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FEIS  
Ilha Solteira – SP

### **Elisângela Bedatty Batista**

Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FEIS  
Ilha Solteira – SP

### **Antônio Leonardo Campos Biagini**

Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FEIS  
Ilha Solteira – SP

### **Maikon Richer de Azambuja Pereira**

Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FEIS  
Ilha Solteira – SP

### **Ronaldo da Silva Viana**

Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP- Câmpus de Dracena  
Dracena - SP

### **Cássia Maria de Paula Garcia**

Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FEIS  
Ilha Solteira – SP

### **Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho**

Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, UNESP-FEIS, Departamento de

Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos  
Ilha Solteira – SP

**RESUMO:** A colheita eucalipto provoca alta exportação de biomassa e nutrientes, reduzindo consequentemente sua disponibilidade para as futuras plantações. Considerando a alta produção de cinza produzida pelas caldeiras (subproduto), é importante a reutilização deste resíduo aplicado em solo como forma sustentável de destiná-lo. Sendo assim, o objetivo foi avaliar o efeito de doses de cinza de biomassa de eucalipto na nutrição e no desenvolvimento inicial do eucalipto e nos atributos químicos de um solo de textura arenosa. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Faculdade de Engenharia – UNESP, em Ilha Solteira - SP. O solo de baixa fertilidade natural de Cerrado (semelhante ao da região de Três Lagoas – MS) utilizado nos vasos é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico, textura arenosa, sendo realizada caracterização das cinzas de biomassa e do solo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, os tratamentos foram seis doses de cinza de biomassa de eucalipto (0 – testemunha; 5; 10; 15; 20 e 25 t ha<sup>-1</sup>). O incremento das doses de cinza de biomassa de eucalipto melhorou a fertilidade do solo, uma vez que influenciou positivamente o pH, os



teores de K, Ca e Mn, SB, CTC e V%. Contudo, a nutrição e desenvolvimento inicial do eucalipto foram pouco influenciados pelo aumento das doses de cinza.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Eucalyptus* sp., solo arenoso, atributos químicos do solo, resíduo agroindustrial.

## USE OF EUCALYPTUS BOILER ASH FOR CORRECTION OF ACID SOILS, NUTRITION AND INITIAL GROWTH OF EUCALYPTUS

**ABSTRACT:** The eucalyptus crop causes high biomass and nutrients exports, consequently reducing its availability for future plantations. Considering the high production of ash produced by the boilers (subproduct), it is important to reuse this residue applied to soil as a sustainable way to destine it. Thus, the objective was to evaluate the effect of ash doses of eucalyptus biomass on the nutrition and initial development of eucalyptus and in the chemical attributes of a sandy soil. The experiment was conducted in a greenhouse at the Faculty of Engineering - UNESP, Ilha Solteira - SP. The soil with low natural fertility of Cerrado (similar to that of the region of Três Lagoas - MS) used in the pots is classified as Quartzarenic Neosol, sandy texture, characterizing ashes of biomass and soil. The experimental design was a randomized complete block design with four replicates. Six treatments of eucalyptus biomass ash (0 - control; 5; 10; 15; 20 and 25 t ha<sup>-1</sup>) were used. The increase of the ash doses of eucalyptus biomass improved the soil fertility, since it positively influenced the pH, the contents of K, Ca and Mn, SB, CTC and V%. However, the nutrition and initial development of eucalyptus were little influenced by the increase of the ash doses.

**KEYWORDS:** *Eucalyptus* sp., sandy soil, soil chemical attributes, agroindustrial residue.

### 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, o eucalipto é a essência florestal mais plantada nos programas de reflorestamento, sendo importante no cenário socioeconômico do país. De acordo com o relatório da Indústria Brasileira de Árvores – IBÁ (2015), a área de árvores plantadas com eucalipto ocupa 5,56 milhões de hectares no País, o que representa 71,9% do total, sendo que o estado do Mato Grosso do Sul responsável por 14,5%. Além disso, o número de empregos mantidos de forma direta pelo setor de árvores plantadas em 2014 foi de 610 mil. Ainda segundo os dados do relatório da IBÁ (2015), o número de empregos gerados diretamente pelo setor brasileiro de árvores plantadas e o salário médio líquido de seus trabalhadores, a renda gerada pela atividade em 2014 foi de R\$ 11,60 bilhões.

O eucalipto apresenta elevada mobilização de nutrientes em função do seu rápido crescimento. A colheita da madeira é realizada aos sete anos e em ciclos que variam de 7 até 21 anos (1 a 3 ciclos produtivos). A exportação de biomassa resulta em grande exportação de nutrientes, reduzindo conseqüentemente sua disponibilidade para as

futuras plantações. Essa situação se torna ainda mais agravante pelo fato de que a maioria dos plantios se concentre em solos de baixa fertilidade natural (SILVEIRA; MALAVOLTA 2000), geralmente na região de Cerrado, onde o déficit nutricional é acentuado principalmente para nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro e zinco (SGARBI, 2002), além de apresentar altos teores de alumínio e baixa disponibilidade hídrica, podendo comprometer a produtividade do eucalipto ao longo dos anos.

A cultura do eucalipto apresenta grande resposta às doses relativamente baixas de adubos, principalmente N, P, K e B, com alta produtividade de matéria seca (MS), associado ao pequeno consumo de nutrientes, demonstrando que o eucalipto é pouco exigente em termos de adubação, se comparado com outras culturas (OKADO, 2010). Essa característica permite o estabelecimento de algumas espécies pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, inclusive em condições edáficas adversas. Mas independente da espécie ou do produto final desejado, é importante o correto manejo do solo e dos resíduos da cultura, considerando os aspectos químicos, físicos e biológicos do solo. Pois o manejo é que irá garantir a produtividade e a continuidade da produção florestal ao longo dos anos, sendo que um dos pontos importantes na busca da “sustentabilidade” florestal consiste na adequada fertilização para realizar exploração do eucalipto sem empobrecer o solo (TIYUAN et al., 2010).

Com base no exposto e considerando que nas caldeiras de força da Cargill utilizadas para cogeração de energia e vapor é gerada uma grande quantidade de cinza da caldeira (subproduto), a qual deve ser usada de forma sustentável. Logo, o destino correto deste resíduo agroindustrial é muito importante para o meio ambiente e a empresa produtora (Cargill). Para a geração da energia, é utilizada a combustão da biomassa vegetal, processo que gera a cinza de caldeira (NOLASCO et al., 2000). Esta cinza é gerada em grande quantidade, logo, há uma preocupação crescente quanto a sua adequada disposição, principalmente no que diz respeito às questões ambientais (VOUNDINKANA et al., 1998; MAEDA et al., 2008). Väättäinen et al. (2011) destacam a cinza de biomassa como agente condicionante do solo, uma vez que, é utilizada para repor os nutrientes removidos pela biomassa colhida. Sendo assim, a aplicação de cinza em solos é uma forma conveniente para reciclar parte dos elementos exportados pelas plantas (DEMEYER et al., 2001; ERNFORS et al., 2010). Cabe ressaltar que o efeito da cinza de biomassa em solos é gerido pela composição e quantidade de cinza aplicada e pelo tipo de solo (PITMAN, 2006).

O conhecimento da composição química do solo e da cinza é essencial para avaliar a viabilidade da aplicação da cinza de biomassa florestal em solos agrícolas e evitar desequilíbrios nutricionais às plantas (VOUNDINKANA et al., 2002; MAEDA et al., 2007). Segundo Moro e Gonçalves (1995) e Jordan et al. (2002), a cinza produzida durante a combustão da madeira e casca, possui em sua composição elementos orgânicos e inorgânicos que podem ter efeitos positivos nos solos, especialmente naqueles com maior deficiência nutricional e com baixo teor de matéria orgânica.

Possui nutrientes como o Ca, Mg, K e P (BELLOTE et al., 1998; DEMEYER et al., 2001; MANDRE et al., 2006). Geralmente a cinza de biomassa possui altos teores de Ca e K, comparado aos demais elementos. Todavia, os teores de Ca e Mg são inferiores aos existentes nos corretivos de acidez utilizados na agricultura (DEMEYER et al., 2001). Pitman (2006), ao avaliar cinzas de biomassa provenientes de diferentes locais, constatou diferenças na composição da mesma. O teor de Ca variou de 7,4 a 33%, Mg de 0,7 a 2,2%, K de 1,7 a 4,2% e P de 0,3 a 1,4%.

Moro e Gonçalves (1995) relataram que a aplicação de doses crescentes de cinza resultou em consideráveis elevações de produtividade de eucalipto, sendo que para a dose de melhor resposta, 20 t ha<sup>-1</sup> de cinza, os ganhos foram 49% superiores à testemunha; Os ganhos em produtividade promovidos pela cinza, de modo geral, independentemente das doses aplicadas, foram superiores àqueles conseguidos mediante a aplicação de adubo químico; A dose mais econômica de cinza foi estimada como sendo 19,6t ha<sup>-1</sup>, para uma distância de transporte deste resíduo igual a 65 km; Cerca de 21 m<sup>3</sup> de madeira com casca seriam necessários para pagar as despesas envolvidas com a aplicação da cinza, ou seja, 25% do ganho de produção de madeira obtido com aplicação desta dose, que foi de 85,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de madeira.

Solla-Gullón et al. (2008) verificaram o aumento de Ca, Mg, K e P no solo, após a aplicação de até 10 t ha<sup>-1</sup> de cinza de biomassa. Constataram que a disponibilidade de Ca e Mg às plantas, persistiu até o quinto ano de crescimento de *Pinus radiata*. A lenta solubilização da cinza de biomassa libera gradativamente os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, o que é uma característica desejável, tendo em vista às perdas de nutrientes por lixiviação (HARRISON et al., 2003; NOLASCO et al., 2000). Além das alterações nos atributos químicos, o uso de resíduos pode alterar os atributos físicos do solo (DEMEYER et al., 2001).

A aplicação da cinza de biomassa pode influenciar a aeração, a capacidade de retenção da água e a salinidade dos solos, podendo assim, favorecer o crescimento das plantas (DEMEYER et al., 2001) e aumentar a produtividade das culturas, principalmente em sistemas onde a disponibilidade de nutrientes é limitante (PARK et al., 2005). Incrementos na produtividade de culturas, bem como efeitos benéficos no solo, corroboram a possibilidade de utilização da cinza em substituição aos adubos minerais ou como suplementação da adubação mineral e orgânica (BELLOTE et al., 1998). Além disso, a crescente demanda por fertilizantes têm elevado os custos com a correção e a fertilização química do solo, forçando os agricultores na busca de fontes alternativas de nutrientes com menor custo.

Em solos destinados à produção florestal, a utilização de cinza de biomassa como suplementação da adubação mineral e orgânica pode ser considerada uma alternativa viável, todavia, faz se necessário definir corretamente quantidades a serem aplicadas para cada classe de solo e espécie cultivada

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de doses de cinza de biomassa de eucalipto sobre a nutrição e desenvolvimento inicial do eucalipto e nos atributos

químicos de um solo de textura arenosa.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação com tela antiafídeo e cobertura de tela de sombreamento 50%, no Campus II (Agronomia) pertencente à Faculdade de Engenharia – UNESP, localizada no município de Ilha Solteira - SP.

O município de Ilha Solteira localiza-se no noroeste do Estado de São Paulo, a 650 km da capital, com coordenadas geográficas 20°38'44" de Latitude Sul e 51°06'35" de Longitude Oeste. Segundo o sistema de Köppen, o clima é classificado como AW (tropical), o índice pluvial médio anual é de 1.300 mm e a temperatura média anual é de 28 °C. As altitudes regionais variam de 280 a 380 metros.

O solo de baixa fertilidade natural de Cerrado (semelhante ao da região de Três Lagoas – MS) foi utilizado nos vasos é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico, textura arenosa, de acordo com a classificação da Embrapa (2013). Os atributos químicos do solo na camada arável (0-20 cm) determinados antes da instalação do do experimento, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001), apresentaram os seguintes resultados: 3 mg dm<sup>-3</sup> de P (resina); 2 mg dm<sup>-3</sup> de S-SO<sub>4</sub>; 13 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 4,6 de pH (CaCl<sub>2</sub>); K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC = 2,1; 4,0; 4,0; 18,0; 10,1 e 28,1 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 0,8; 11,0; 11,1 e 0,7 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente; 0,11 mg dm<sup>-3</sup> de B (água quente) e 36% de saturação por bases.

As características físico-químicas da cinza de biomassa de eucalipto obtida junto à Cargill de Três de Lagoas – MS, conforme análise na ESALQ, UNESP – Campus de Ilha Solteira e o laboratório HIDROLABOR constam na Tabela 1.

Característica	Valor/unidade	Característica	Valor/unidade
pH (CaCl <sub>2</sub> )	8,6	Ca total	2,97 mg kg <sup>-1</sup>
Densidade	0,58 g cm <sup>-3</sup>	Pb total	< 25 mg kg <sup>-1</sup>
Relação C/N	62,1	Co total	2,85 mg kg <sup>-1</sup>
Matéria orgânica (MO) total (combustão)	12,31 g 100g <sup>-1</sup>	Cu total	13,05 mg kg <sup>-1</sup>
MO total (composto)	8,90 g 100g <sup>-1</sup>	Cr total	2,55 mg kg <sup>-1</sup>
MO resistente no composto	3,41 g 100g <sup>-1</sup>	Fe total	1,97 mg kg <sup>-1</sup>
C total (orgânico and mineral)	6,84 g 100g <sup>-1</sup>	P total	4,33 mg kg <sup>-1</sup>
C orgânico	4,95 g 100g <sup>-1</sup>	Mg total	3,04 mg kg <sup>-1</sup>
Resíduo mineral total	12,92 g 100g <sup>-1</sup>	Mn total	1,31 mg kg <sup>-1</sup>
Resíduo mineral insolúvel	10,16 g 100g <sup>-1</sup>	Hg total	0,06 mg kg <sup>-1</sup>
Resíduo mineral solúvel	2,76 g 100g <sup>-1</sup>	Mo total	< 1,25 mg kg <sup>-1</sup>
N total	0,11 g 100g <sup>-1</sup>	Ni total	5,72 mg kg <sup>-1</sup>
Al total	2,14 mg kg <sup>-1</sup>	K total	2,42 mg kg <sup>-1</sup>
As total	0,99 mg kg <sup>-1</sup>	Se total	0,23 mg kg <sup>-1</sup>
Ba total	79,0 mg kg <sup>-1</sup>	Na total	< 25 mg kg <sup>-1</sup>
B total	14,64 mg kg <sup>-1</sup>	Zn total	22,45 mg kg <sup>-1</sup>
Cd total	< 2,5 mg kg <sup>-1</sup>		

Tabela 1. Características físico-químicas da cinza de biomassa de eucalipto utilizada no estudo.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos do experimento constam abaixo:

- 1- **0 t ha<sup>-1</sup>** de cinza de biomassa de eucalipto (testemunha);
- 2- **5 t ha<sup>-1</sup>** de cinza de biomassa de eucalipto;
- 3- **10 t ha<sup>-1</sup>** de cinza de biomassa de eucalipto;
- 4- **15 t ha<sup>-1</sup>** de cinza de biomassa de eucalipto;
- 5- **20 t ha<sup>-1</sup>** de cinza de biomassa de eucalipto;
- 6- **25 t ha<sup>-1</sup>** de cinza de biomassa de eucalipto.

Sendo utilizado neste experimento, mudas de eucalipto (clone I144) por vaso, sendo cada vaso preenchido com 20 litros de solo considerado uma unidade experimental.

Na aplicação dos tratamentos (doses de cinza), sem incorporação ao solo, foi feita no dia 08/10/2016 e o plantio das mudas comerciais do eucalipto (clone I144) foi no dia 15/10/2016. No mesmo dia do plantio do eucalipto realizou-se em duas covetas laterais por vaso, a adubação de plantio, com 36 kg ha<sup>-1</sup> de N (ureia), 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato simples), 36 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio), 6 kg ha<sup>-1</sup> de Cu (sulfato de cobre) e 6 kg ha<sup>-1</sup> de Zn (sulfato de zinco), baseado na análise do solo, adaptado para experimento em vaso e nas exigências da cultura do eucalipto conforme Gonçalves et al. (1997), para todos os tratamentos, de modo a não prejudicar o efeito da cinza de biomassa de eucalipto.

A adubação nitrogenada (135 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia), potássica (270 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com cloreto de potássio) e boratada (6 kg ha<sup>-1</sup> de B, na ácido bórico) de cobertura foram realizadas baseadas na análise do solo (para K) e na exigência da cultura do eucalipto conforme Gonçalves et al. (1997), sendo adaptada para experimento em vaso. Em seguida foi realizada a irrigação do vaso.

Quando necessário, de acordo com a evapotranspiração foi efetuada a irrigação igualmente para todos os tratamentos. Não houve a necessidade de controle de pragas e doenças, porém quando presentes nos vasos foram retiradas manualmente as plantas daninhas.

No experimento foram realizadas as seguintes avaliações:

a) concentração foliar de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn determinados com base em metodologia proposta por Malavolta et al. (1997), coletando-se a folha diagnose e seguindo as recomendações de amostragens de Gonçalves et al. (1997) para o eucalipto.

b) índice de clorofila foliar do eucalipto, por meio de um clorofilômetro digital, na folha diagnose e no período da manhã, sempre das 8 às 10 h;

c) altura e diâmetro da base do eucalipto foram mensuradas duas vezes, sendo uma com 1 mês e outra com 2,5 meses após o plantio das mudas, utilizando-se uma régua graduada e paquímetro;

d) O volume total de madeira de eucalipto com casca (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) foi estimado pelas fórmulas:



$$V_{tc} = \sum_n^{i=1} V_i/A * 10.000$$

$$V_i = \frac{\pi * (DAP_i)^2 * ff * H_i}{4}$$

Onde:  $V_i$  = volume de madeira com casca da árvore  $i$ ;  $A$  = área da parcela útil;  $V_{tc}$  = volume total com casca ( $m^3 \text{ ha}^{-1}$ );  $DAP_i$  = diâmetro à altura do peito de cada árvore (m);  $ff$  = fator de forma. Neste caso, devido à inexistência de fatores definidos regionalmente para clone em estudo, foi atribuído o valor 0,5; e  $H_i$  = altura total de cada árvore (m). Esta avaliação foi estimada duas vezes, sendo uma com 1 mês e outra com 2,5 meses após o plantio das mudas;

f) produção de massa seca da parte aérea do eucalipto, foi quantificada ao final do experimento. Após o corte, a parte aérea destas plantas foi levada ao laboratório, onde foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e levadas à estufa para secagem a  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , por 72 horas. Posteriormente esse material foi pesado em balança semi-analítica para obtenção da massa seca da parte aérea total.

g) análise completa dos atributos químicos do solo na camada de 0 a 0,20 m após os cultivos de eucalipto, realizada conforme metodologia proposta por Rajj et al. (2011).

Os resultados do experimento foram avaliados pela análise de variância, aplicando-se o teste de análise de regressão polinomial para avaliação. Para isso utilizou-se o programa de análise estatística SISVAR.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o corte das plantas de eucalipto cultivadas por 2,5 meses, verificou-se que o incremento das doses de cinza de biomassa desta planta influenciou positivamente alguns atributos químicos do solo (Tabelas 2 e 3), com aumento linear do pH e dos teores de K e Ca, e de Mg e Mg/CTC até a dose de 17,1 e 13,7 t  $\text{ha}^{-1}$  de cinza seca, respectivamente. Conseqüentemente, houve aumento linear do Ca/CTC, SB, CTC e V% deste solo de baixa fertilidade, comumente encontrado na região de Três Lagoas – MS. Este resultado é muito interessante e indica que a cinza de caldeira melhorou a fertilidade do solo. O que pode ser explicado pela composição nutricional e pH da cinza de biomassa de eucalipto. Além disso, o teor de M.O. da cinza explica o aumento da CTC, o que pode ser extremamente importante num solo de textura arenosa que geralmente tem baixa CTC e é mais propício a lixiviação de nutrientes catiônicos. Ou seja, a eficiência da adubação mineral poderá até ser aumentada para alguns nutrientes como o K. Porém, cabe mais pesquisas.

Também se constatou aumento linear do teor de Mn no solo com incremento das doses de cinza (Tabela 3), nutriente este que é muito absorvido pelo eucalipto.



Doses de cinza	P resina	M. O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC
(t ha <sup>-1</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(g dm <sup>-3</sup> )	(CaCl <sub>2</sub> )	----- (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) -----					
0	13,50	12,75	5,30 <sup>(1)</sup>	1,88 <sup>(2)</sup>	13,75 <sup>(3)</sup>	6,50 <sup>(4)</sup>	17,00	22,13 <sup>(5)</sup>	39,13 <sup>(6)</sup>
5	9,00	13,25	5,58	2,73	17,00	9,25	13,75	28,98	42,73
10	9,25	12,25	5,68	2,58	17,75	9,50	14,75	29,83	44,58
15	22,75	13,25	5,78	2,63	19,75	3,50	15,25	32,63	47,88
20	18,50	13,00	6,08	2,93	25,50	10,25	15,25	38,43	54,18
25	17,25	12,25	6,08	2,90	23,75	10,00	13,25	36,40	49,65
<b>C.V. (%)</b>	43,96	4,18	4,40	23,32	29,57	17,01	17,20	20,70	13,55
<b>Média Geral</b>	15,04	12,79	5,75	2,60	3,58	9,01	14,96	31,40	46,35

$$^{(1)}Y = 5,3548 + 0,0313x \quad (R^2 = 0,95^{**})$$

$$^{(2)}Y = 2,1917 + 0,0330x \quad (R^2 = 0,65^*)$$

$$^{(3)}Y = 14,0476 + 0,4429x \quad (R^2 = 0,89^{**})$$

$$^{(4)}Y = 6,8214 + 0,4136x - 0,0121x^2 \quad (R^2 = 0,93^* \text{ e } PM = 17,1 \text{ t ha}^{-1})$$

$$^{(5)}Y = 24,0726 + 0,5859x \quad (R^2 = 0,88^{**})$$

$$^{(6)}Y = 39,9060 + 0,5159x \quad (R^2 = 0,81^{**})$$

Tabela 2. Atributos químicos do solo (P, M.O., pH, K, Ca, Mg H+Al, SB e CTC) em função da aplicação de doses de cinza de biomassa de eucalipto, após 2,5 meses do plantio. Ilha Solteira – SP, 2016.

$$^{(1)}Y = 5,3548 + 0,0313x \quad (R^2 = 0,95^{**})$$

$$^{(2)}Y = 2,1917 + 0,0330x \quad (R^2 = 0,65^*)$$

$$^{(3)}Y = 14,0476 + 0,4429x \quad (R^2 = 0,89^{**})$$

$$^{(4)}Y = 6,8214 + 0,4136x - 0,0121x^2 \quad (R^2 = 0,93^* \text{ e } PM = 17,1 \text{ t ha}^{-1})$$

$$^{(5)}Y = 24,0726 + 0,5859x \quad (R^2 = 0,88^{**})$$

$$^{(6)}Y = 39,9060 + 0,5159x \quad (R^2 = 0,81^{**})$$

Doses de cinza	V	m	S-SO <sub>4</sub>	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Ca/CTC	Mg/CTC
(t ha <sup>-1</sup> )	(%)	(%)	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )
0	55,64 <sup>(1)</sup>	0,00	19,75	1,59	1,55	9,50	7,40 <sup>(2)</sup>	2,18	34,23 <sup>(3)</sup>	16,60 <sup>(4)</sup>
5	67,02	0,00	11,00	1,35	1,78	8,00	8,95	7,33	39,08	21,45
10	66,02	0,00	11,75	1,26	9,73	7,50	8,55	3,58	38,95	21,28
15	66,69	0,00	15,25	1,66	2,05	8,50	9,83	2,83	39,58	21,40
20	70,64	0,00	18,25	1,59	4,65	9,50	10,38	5,75	46,10	18,93
25	73,28	0,00	9,75	1,65	5,73	7,00	9,13	2,98	47,63	19,75
<b>C.V. (%)</b>	9,78	0,00	22,25	21,38	45,81	18,68	12,43	50,80	17,80	13,60
<b>Média Geral</b>	66,55	0,00	14,29	1,51	5,25	8,33	9,04	4,10	40,93	19,90

Tabela 3. Atributos químicos do solo (V%, m%, S-SO<sub>4</sub>, B, Cu, Fe, Mn, Zn, Ca/CTC e Mg/CTC) em função da aplicação de doses de cinza de biomassa de eucalipto, após 2,5 meses do plantio. Ilha Solteira – SP, 2016.

$$^{(1)}Y = 59,4214 + 0,5700x \quad (R^2 = 0,78^{**})$$

$$^{(2)}Y = 8,0250 + 0,081x \quad (R^2 = 0,54^*)$$

$$^{(3)}Y = 34,5893 + 0,5069x \quad (R^2 = 0,89^*)$$

$$^{(4)}Y = 17,5616 + 0,5711x - 0,0209x^2 \quad (R^2 = 0,61^* \text{ e } PM = 13,7 \text{ t ha}^{-1})$$

Com relação aos teores de macronutrientes (Tabela 4) e micronutrientes (Tabela

5) na folha diagnose do eucalipto, ao contrário dos resultados obtidos para atributos químicos do solo, não foi observado efeito significativo de doses crescentes de cinza para nenhum dos nutrientes, entretanto, os teores de B foliar estavam maiores em relação a testemunha.

De acordo com as concentrações foliares adequadas citadas por Gonçalves (2011), para as espécies de eucalipto mais plantadas no Brasil, o teor foliar de N estava dentro da faixa de teores adequados (21 – 30 g kg<sup>-1</sup>); os teores de P foliar, foram classificados como adequado (1,0 – 1,3 g kg<sup>-1</sup>); em relação ao K, foram considerados como adequado (5,5 – 8,5 g kg<sup>-1</sup>); os teores foliares de Ca determinados ficaram um pouco acima da faixa adequada (3,5 – 6,0 g kg<sup>-1</sup>); os teores de Mg ficaram um pouco acima da faixa considerada adequada (2,0 – 3,0 g kg<sup>-1</sup>); os teores de S foram considerados adequados (0,5 – 1,5 g kg<sup>-1</sup>) (Tabela 4).

Segundo Gonçalves (2011), os teores de B, Cu, Mn e Zn ficaram acima da faixa considerada adequada (B: 30 – 60 mg kg<sup>-1</sup>; Cu: 7 a 10 mg kg<sup>-1</sup>; Mn: 100 – 800 mg kg<sup>-1</sup>; Zn: 10 – 18 mg kg<sup>-1</sup>); e os teores de Fe ficaram na faixa considerada adequada (70 – 200 mg kg<sup>-1</sup>) (Tabela 5).

O índice de clorofila foliar (ICF), altura de planta, DAP e volume de madeira com casca estimado por hectare do eucalipto em fase inicial de desenvolvimento, tanto após 1 mês como 2,5 meses do plantio, não foram influenciados pela aplicação de doses de cinza de biomassa de eucalipto (Tabelas 6 e 7), o que se deve ao fato da nutrição de plantas não ter sido influenciada ou deficiente, conforme relatado anteriormente.

Provavelmente, o fato de o experimento ter sido conduzido em vaso por um período curto (2,5 meses), associado a fertirrigação da muda comprada no viveiro, ao fato do eucalipto não ser uma cultura exigente em nutrientes quando comparado a culturas anuais ou hortaliças e até mesmo a irrigação das plantas, explicam tais resultados. Dessa forma, sugere-se que esta pesquisa seja realizada em campo, até o corte do eucalipto. Sendo assim, acreditasse que possa ocorrer respostas positivas na nutrição, crescimento e produtividade da cultura do eucalipto, de uma forma sustentável. Visto que, nos atributos químicos do solo o efeito foi positivo.

Doses de cinza (t ha <sup>-1</sup> )	N (g kg <sup>-1</sup> )	P (g kg <sup>-1</sup> )	K (g kg <sup>-1</sup> )	Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Mg (g kg <sup>-1</sup> )	S (g kg <sup>-1</sup> )
0	20,67	1,40	11,50	7,73	4,07	1,77
5	23,20	1,17	12,20	7,70	4,43	1,60
10	21,30	1,10	11,93	7,87	4,17	1,40
15	18,43	1,40	12,47	7,20	4,23	1,43
20	23,50	1,13	11,57	7,00	4,00	1,60
25	21,27	1,37	11,83	7,93	4,17	1,47
C.V (%)	11,38	33,44	7,75	12,60	9,57	13,25
Média Geral	21,39	1,26	11,92	7,57	4,18	1,54

Tabela 4. Teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) foliar no eucalipto após 2,5 meses do

plântio, em função da aplicação de doses de cinza de biomassa de eucalipto. Ilha Solteira – SP, 2016.

Doses de cinza (t ha <sup>-1</sup> )	B (mg kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
0	281,00	55,00	187,00	1110,00	55,00
5	380,67	56,33	170,00	1198,33	61,33
10	440,33	53,33	209,67	1106,00	59,00
15	325,00	53,67	230,00	952,33	45,67
20	291,33	62,00	255,33	1082,00	47,67
25	300,00	54,33	136,00	935,67	47,00
<b>C.V. (%)</b>	32,70	9,03	34,02	17,83	12,63
<b>Média Geral</b>	336,39	55,78	198,00	1064,06	52,61

Tabela 5. Teores de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) foliar no eucalipto após 2,5 meses do plantio, em função da aplicação de doses de cinza de biomassa de eucalipto. Ilha Solteira – SP, 2016.

Na tabela 7, embora a matéria seca da parte aérea do eucalipto não tenha sido influenciada pelo das doses de cinza, verificou-se que a matéria seca de folhas aumentou até a dose estimada de 12,01 t ha<sup>-1</sup> de cinza.

Vale destacar ainda que o volume de madeira com casca estimado do eucalipto tanto ao 1 mês como 2,5 meses após o plantio das mudas, com aplicação da cinza em relação a testemunha (sem aplicação de cinza), foram superiores em média em 16 e 15%, respectivamente (Tabelas 6 e 7).

Doses de cinza (t ha <sup>-1</sup> )	ICF	Altura de planta (cm)	DAP (cm)	Volume de madeira com casca (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
0	40,13	64,08	0,42	0,0059
5	39,63	67,23	0,45	0,0072
10	34,67	62,46	0,47	0,0072
15	39,02	68,40	0,43	0,0067
20	38,61	58,32	0,49	0,0073
25	38,59	61,04	0,45	0,0066
<b>C.V. (%)</b>	13,50	10,00	10,34	13,35
<b>Média Geral</b>	38,44	63,59	0,45	0,0068

Tabela 6. Índice de clorofila foliar (ICF), altura de planta, DAP e volume de madeira com casca estimado por hectare do eucalipto em fase inicial de desenvolvimento pós plantio, em função da aplicação de doses de cinza de biomassa de eucalipto, após 1 mês do plantio. Ilha Solteira – SP, 2016.

Doses de cinza (t ha <sup>-1</sup> )	MS de folhas (g planta <sup>-1</sup> )	ICF	Altura de planta (cm)	DAP (cm)	MS total da parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )	Volume de madeira com casca (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
0	6,10 <sup>(1)</sup>	45,60	89,00	0,58	46,58	0,0076
5	6,22	45,03	93,38	0,63	48,35	0,0092
10	6,39	39,40	86,75	0,65	49,16	0,0092
15	6,67	44,34	95,00	0,60	51,74	0,0086
20	6,28	43,87	81,00	0,68	49,42	0,0093
25	5,88	43,85	84,78	0,63	47,84	0,0084
C.V. (%)	8,46	13,19	9,58	10,26	12,09	12,89
<b>Média Geral</b>	6,26	43,68	88,32	0,63	48,85	0,0087

Tabela 7. Matéria seca de folhas, índice de clorofila foliar (ICF), altura de planta, DAP, volume de madeira com casca estimado por hectare e matéria seca da parte aérea do eucalipto em fase inicial de desenvolvimento pós plantio, em função da aplicação de doses de cinza de biomassa de eucalipto, após 2,5 meses do plantio. Ilha Solteira – SP, 2016.

$$Y = 6,0160 + 0,0034x - 0,0034x^2 \quad (R^2 = 0,79^* \text{ e } PM = 12,01 \text{ t ha}^{-1})$$

#### 4 | CONCLUSÕES

O incremento das doses de cinza de biomassa de eucalipto melhorou a fertilidade do solo, uma vez que influenciou positivamente o pH, os teores de K, Ca e Mn, SB, CTC e V% deste solo de baixa fertilidade, comumente encontrado na região de Três Lagoas – MS.

O índice de clorofila foliar (ICF), altura de planta, DAP, matéria seca da parte aérea da planta e volume de madeira com casca estimado por hectare do eucalipto em fase inicial de desenvolvimento, não foram influenciados pela aplicação de doses de cinza de biomassa de eucalipto, o que se deve ao fato da nutrição de plantas não ter sido influenciada.

Dessa forma, sugere-se que esta pesquisa seja realizada em campo, até o corte do eucalipto, pois acreditasse que possa ocorrer respostas positivas na nutrição, crescimento e produtividade da cultura do eucalipto, de uma forma sustentável.

#### REFERÊNCIAS

- BELLOTE, A.F.J. et al. Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v.37, p.99-106, 1998.
- DEMEYER, A. et al. Characteristics of Wood ash and influence on soil properties and nutrient uptake: an overview. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v.77, p.287-295, 2001. OK
- ERNFORS, M. et al. Effects of wood ash fertilization on forest floor greenhouse gas emissions and tree growth in nutrient poor drained peatland forests. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v.408, p.4580-4590, 2010.
- GONÇALVES, J. L. M.; RAIJ, B. van.; GONÇALVES, J. C. Florestais. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o**

estado de São Paulo. 2 ed. Campinas: IAC, 1997. p. 247-260.

GONÇALVES, J. L. M. Fertilização de Plantações de Eucalipto. In: GONÇALVES, J. L. M.; PULITO, A. P.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; SILVA, L. D. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 2., 2011, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: IPEF, 2011. p. 85-114.

HARRISON, R.B. et al. **Reciclagem de resíduos industriais e urbanos em áreas de reflorestamento**. São Paulo: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestal (IPEF), 2003. p.1-20. Circular técnica, n.198.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório IBÁ – 2015**. Indicadores de desempenho do setor nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2014. Disponível em: <iba.org/images/shared/iba\_2015.pdf>. Acesso em 19 de fev. 2016.

JORDAN, M. et al. Kraft mill residues effects on Monterey Pine growth and soil microbial activity. **Environmental Quality**, Washington, v.31, p.1004-1009, 2002.

MAEDA S. et al. Resposta de *Pinus taeda* à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.56, p.43-52, 2008.

MAEDA, S. et al. **Aplicação de cinza de biomassa florestal para plantio de *Pinus taeda* em Latossolo e Cambissolo de Piraí do Sul, PR**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 6p. Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 198.

MANDRE, M. et al. Short-term effects of Wood ash on the soil and the lignin concentration and growth of *Pinus sylvestris* L. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 223, p.349–357, 2006.

MORO, L.; GONÇALVES, J. L. M. Efeitos da “cinza” de biomassa florestal sobre a produtividade de povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira.

**Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais**, Piracicaba, v.48/49, p.18-27, 1995.

NOLASCO, A.M. et al. Uso de resíduos urbanos e industriais como fonte de nutrientes e condicionadores de solos florestais. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Org.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2000. p.385-414.

OKADO, K. **Adubação com N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O apenas em cobertura no crescimento de *Eucalyptus urograndis*, na região do Pontal do Paranapanema – SP**. 2010. 35f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2010.

PARK, B.B. et al. Wood ash effects on plant and soil in a willow bioenergy plantation. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v.28, p.355–365, 2005.

PITMAN, R. M. Wood ash use in forestry: a review of the environmental impacts. **Forestry**, Oxford, v.79, p.563-588, 2006.

SGARBI, F. **Produtividade do *Eucalyptus* sp em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em diferentes regiões do Estado de São Paulo**. 2002. 114p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MALAVOLTA, E. **Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus***. Informações Agronômicas, POTAFOS, Piracicaba, n. 91, 12p. 2000.

SOLLA-GULLÓN, F. et al. Nutritional status and growth of a young *Pseudotsuga menziesii* plantation

in a temperate region after application of wood-bark ash. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.237, p.312–321, 2006.

TIYUAN, X.; CHANGQUN, D.; CAIXIAN, Z.; DENGGAO, F.; ZONGYAN, D.; LIANGJUN, D. A study on the soil fertility in *Eucalyptus robusta* plantation and their adjacent vegetations. **Journal of Yunnan University**, Kunming, v. 32, n. 1, p. 118-123, 2010.

VÄÄTÄINEN K. et al., The costs and profitability of using granulated wood ash as a forest fertilizer in drained peatland forests. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v.35, p.3335-3341, 2011.

VOUNDI NKANA, J.C. et al. Effect of wood ash application on soil solution chemistry of tropical acid soils: incubation study. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v.85, p.323–325, 2002.

VOUNDI NKANA, J.C. et al. Chemical effects of wood ash on plant growth in tropical acid soils. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v.63, p.251-260, 1998.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. p. 263-274. (Boletim Técnico, 100).



## VERIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ELASTICIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS NA COMUNIDADE IPITINGA TOMÉ-AÇU/PA POR MEIO DA LEI DE HOOKE

### Jhones Fonseca dos Santos

Graduando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Tomé-Açu. Tomé-Açu - PA.

### Brenda Carolina Raudenkolb da Costa

Graduanda de Licenciatura em Biologia na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Tomé-Açu. Tomé-Açu - PA.

### Anderson da Silva Parente

Graduando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Tomé-Açu. Tomé-Açu - PA.

### Jhonata Eduard Farias de Oliveira

Graduando de Licenciatura em Biologia na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Tomé-Açu. Tomé-Açu - PA.

### Paulo Vitor dos Santos

Graduando em Engenharia Agrícola na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Tomé-Açu. Tomé-Açu - PA.

### Gildenilson Mendes Duarte

Professor de Física aplicada na Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Tomé-Açu. Tomé-Açu - PA.

**RESUMO:** É importante conhecer o nível de rigidez de determinadas espécies vegetais, devido à montagem de algumas estruturas sobre árvores e para que os profissionais da área de podagem estejam mais informados, evitando, possíveis acidentes durante o

exercício de suas atividades. Objetiva-se medir a constante elástica e demonstrar as diferenças entre os níveis de elasticidade das espécies vegetais, verificando se é uma propriedade intrínseca de cada uma das espécies estudadas e calcular a constante elástica das mesmas a partir da Lei de Hooke. As espécies estudadas foram: cacauzeiro (*Theobromacacao*), cupuaçuzeiro (*Theobromagrandiflorum*), ameixeira (*Syzygiumjambolanum*), aceroleira (*Malpighiaemarginata*), bacurizeiro (*Platoniainsigns*), beribazeiro (*Rollinia mucos*), tangerina (*Citrusreticulata*), e taperebá (*IspondiasmombinL.*). Os galhos foram selecionados com medidas precisas de 0,007 a 0,009 m (metros) de diâmetro, e para a obtenção dessas medidas foi utilizado o paquímetro. Posteriormente foram retirados das árvores com uma tesoura de poda. Em seguida o material foi levado para o Laboratório de Ensino de Física da UFRA-Campus de Tomé-Açu, onde foram submetidos a uma força **F** (medida por um dinamômetro) de 2 NEWTONS, e uma deformação  $\Delta Y$  para se chegar aos resultados. Observou-se que a constante elástica (nível de rigidez) dos vegetais estudados foi diferente para cada espécie, de acordo com os dados obtidos a espécie com menor rigidez foi o biribazeiro com **5 N/m** e o de maior foi o teperebazeiro com o Grau de rigidez de **16,39 N/m**, assim a constante elástica pode ser um

possível identificador de espécies vegetal devido os níveis de rigidez das plantas se mostrarem bastante específicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Constante Elástica; Nível de Rigidez; Poda; Laboratório de Ensino de Física da UFRA-Campus de Tomé-Açu.

**ABSTRACT:** It is important to know the level of rigidity of certain plant species, due to the assembly of some structures on trees and so that the professionals of the area of pruning are more informed, avoiding, possible accidents during the exercise of its activities. The objective of this work was to measure the elastic constant and to demonstrate the differences between the elasticity levels of the plant species, verifying if it is an intrinsic property of each of the studied species and to calculate the elastic constant of the same ones from Hooke's Law. The species studied were: cacao (*Theobromacacao*), cupuaçuzeiro (*Theobromagrandiflorum*), plum tree (*Syzygiumjambolanum*), barberry (*Malpighiaemarginata*), bacurizeiro (*Platoniainsigns*), beribazeiro (*Rollinia mucos*), mandarin (*Citrusreticulata*), and taperebá (*IspondiasmombinL.*). The branches were selected with precise measurements of 0.007 to 0.009 m (meters) in diameter, and to obtain these measurements the caliper was used. Later they were removed from the trees with pruning shears. Then the material was taken to the Laboratory of Physics Teaching of UFRA-Campus of Tomé-Açu, where they were submitted to a force  $F$  (measured by a dynamometer) of 2 NEWTONS, and a deformation  $\Delta Y$  to reach the results. It was observed that the elastic constant (level of stiffness) of the studied plants was different for each species, according to the data obtained the species with lower stiffness was the biribacer with 5 N / m and the greater was the teperebazeiro with the Degree of stiffness of 16.39 N / m, so the elastic constant may be a possible identifier of plant species due to the stiffness levels of the plants being quite specific.

**KEYWORDS:** Elastic Constant; Rigidity level; Pruning; Laboratory of Physical Education of UFRA-Tomé-Açu Campus.

## 1 | INTRODUÇÃO

As plantas possuem um importante papel para a vida, pois estão na base da cadeia alimentar dos seres vivos, além da sua importante interação com os fatores abióticos (GUREVITCH; SCHEINER, 2009). Esses seres possuem relevância econômica tanto para agricultura, tanto para os pequenos como para os grandes produtores. A construção civil, também faz parte dessa significância. Sendo assim torna-se importante que se verifique a constante elástica das espécies vegetais, pois essa propriedade física mede o nível de rigidez dos materiais (FERREIRA; RINO, 2006). Todos os corpos que são submetidos a uma força ou tensão sofrem deformação, porém alguns mais e outros nem tanto (Gomes *et al.* 2015). E essa deformação é proporcional àquela tensão exercida. Neste trabalho, lançaremos mão da Lei de Hooke para a determinação da constante elástica desses vegetais, para análise do nível de rigidez de sua estrutura. As espécies estudadas serão: cacaeiro (*Theobroma*

cacao), cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), ameixeira (*Syzygium jambolanum*), aceroleira (*Malpighia emarginata*), bacurizeiro (*Platonia insignis*), beribazeiro (*Rollinia mucos*), tangerina (*Citrus reticulata*), e taperebá (*Ispondias mombin* L.). Para a realização das medidas, utilizamos métodos destrutíveis, pois para a aquisição de tais resultados houve a necessidade de sacrificar a estrutura das espécies de vegetais estudadas.

A relevância de estudar a constante elástica das plantas está relacionada com a escassez de trabalhos ligados a este tema, pois é de suma importância que se conheça o nível de rigidez de determinadas espécies vegetais devido ao fato de que existe montagem de estruturas sobre árvores como: “casinha na árvore”, balanços em parques e bosques (ou até mesmo no quintal de residências). Também é importante enfatizar a importância das medidas desses níveis de rigidez, também para que os profissionais da área de podagem estejam mais informados a respeito da resistência de galhos de vegetais, evitando, assim, possíveis acidentes durante o exercício de suas atividades. O presente trabalho buscou incentivar a realização de outros estudos de Biofísica relacionados a outras espécies.

O objetivo foi determinar a constante elástica de espécies vegetais a partir da lei de Hooke, com o intuito de demonstrar as diferenças entre os níveis de elasticidade (rigidez), das mesmas, para verificar se trata de uma propriedade intrínseca de cada uma das espécies estudadas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Esta é uma pesquisa de cunho experimental, pois teve a verificação do objeto de estudo e como esse pode ser afetado pelas variáveis, a partir de comparações entre os dados obtidos.

### 2.1 Materiais a serem utilizados

- régua.
- Paquímetro.
- Tesoura de poda.
- Dinamômetro.
- Folha de isopor.
- Papel quarenta-quilos.
- Calculadora científica.
- Marcador.
- Câmera fotográfica

FORMULA UTILIZADA NOS  
CÁLCULOS - LEI DE HOOKE.

$$F = K \cdot \Delta Y$$

- **F** está em newtons.
- **K** está em newton/metro.
- $\Delta Y$  está em metros.

## 2.2 Procedimentos

Os galhos foram selecionados com medidas precisas 0,007 a 0,009 m (metros) de diâmetro, e para a obtenção dessas medidas fora utilizado o paquímetro. Posteriormente foram retirados das árvores com uma tesoura de poda.

Os galhos foram armazenados em vasos com água para evitar a perda da elasticidade que eles possuem quando ainda estão nas arvores.

Em seguida o material foi levado para o laboratório de Ensino de Física da UFRA-Campus de Tomé-Açu, onde foi realizado uma metodologia de projeção vertical da deformação arqueada dos vegetais, logo em seguida foram submetidos a uma força  $F$  (que foi medida com a utilização de um dinamômetro) de 2 NEWTONS, sendo assim houve um deslocamento, da posição inicial da extremidade distante do tronco, em forma de arco, essa deformação foi chamada de  $\Delta Y$  que foi desenhado em um papel quarenta-quilos e posteriormente medido com régua, e esse comprimento foi utilizado nos cálculos de determinação do padrão de deformidade e assim foi achado o valor de  $K$ .



Figura 1: Materiais do experimento.

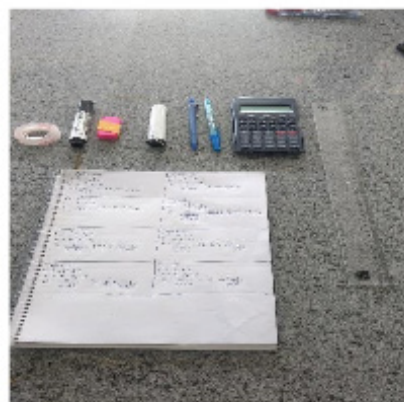


Figura 2: Cálculos do experimento.

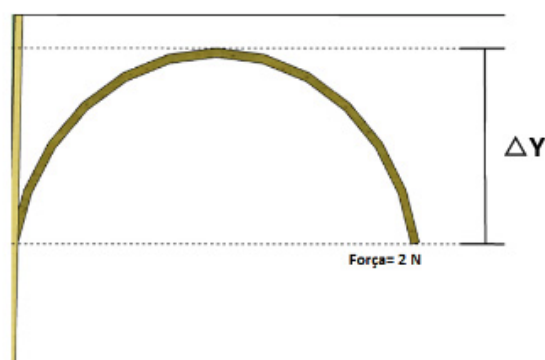


Figura 3: Projeção vertical da deformação arqueadas dos vegetais.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através dos experimentos estão dispostos no quadro a

seguir:

Nome popular	Espécies	Grau de rigidez
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	7,19 N/m
Ameixa azeitona	<i>Syzygium jambolanum</i>	16,26 N/m
Bacuri	<i>Platonia insignis</i>	15,38 N/m
Biribá	<i>Rollinia mucos</i>	5 N/m
Cacau	<i>Theobroma cacao</i>	7,41 N/m
Cupuaçu	<i>Theobroma grandiflorum</i>	11,76 N/m
Tangerina	<i>Citrus reticulata</i>	10,53 N/m
Taperebá	<i>Ispondias mombin L.</i>	16,39 N/m

Tabela 1: Resultados dos cálculos.

Observou-se que a constante elástica (rigidez) dos vegetais estudados foi diferente para cada espécie, pois, a espécie de menor rigidez foi o biribazeiro com **5 N/m** e o de maior foi o teperebazeiro com o Grau de rigidez de **16,39 N/m**.

#### 4 | CONCLUSÃO

A constante elástica através da lei de Hooke pode ser um possível identificador de espécies conforme foi apresentado no trabalho, haja vista que os níveis de rigidez das plantas se mostrarão bastante específicos, mas para tanto é necessário um estudo mais aprofundado sobre o tema, contendo várias simulações de uma quantidade significativa de espécies diferentes e aumentar o número de espécimes de cada um dos *taxa* estudados para que se obtenha um resultado relevante para comunidade científica.

#### REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo. Agricultura familiar e uso do solo. **São Paulo em perspectiva**, v. 11, n. 2, p. 73-78, 1997.

ARANHA, Norberto et al. A lei de Hooke e as molas não-lineares, um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 4, p. e4305, 2016.

BRITO, Iury Alves de Menezes et al. Lei de Hooke na análise experimental do sistema massa-mola. **Revista Mangaio Acadêmico**, v. 1, n. 2, p. 27-30, 2017.

DE HOOKE, Lei. Lei de Hooke.

FERREIRA, Pablo; RINO, José Pedro. Análise de um estilingue e espirais de caderno: Um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 195-199, 2006.

GUREVITCH, Jessica; SCHEINER, Samuel M.; FOX, Gordon A. **Ecologia Vegetal-2**. Artmed Editora, 2009.

RUFFATO, Solenir; COUTO, Sandra M.; QUEIROZ, Daniel M. Módulo de elasticidade de grãos de milho submetidos a impactos mecânicos. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 5, n. 1, p. 101-106, 2001.



## GERMINAÇÃO DA SEMENTE *ANNONA MURICATA* L. EM DIFERENTES SUBSTRATOS

### **Elaine Oliveira do Nascimento**

Acadêmica do curso de Ciências Biológicas da  
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)  
Tomé-Açu / Pará

### **Elizilene de Souza Vaz**

Acadêmica do curso de Ciências Biológicas da  
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)  
Tomé-Açu / Pará

### **Maria José de Sousa Trindade**

Docente da Universidade Federal Rural da  
Amazônia (UFRA) Tomé-Açu / Pará

**RESUMO:** A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma árvore de pequeno porte, de 4 a 6 metros de altura, com copa reduzida, pertencente à família Annonaceae. As sementes da graviola assim como de muitas espécies frutíferas, principalmente daquelas que possuem frutos carnosos, germinam tão logo sejam colocadas em condições de solo e ambiente favoráveis. Onde o substrato é o meio que proporciona condições adequadas à germinação e à formação do sistema radicular, fornecendo suporte estrutural à parte aérea das plantas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo analisar a germinação da graviola em diferentes substratos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e dez repetições, formando 30 parcelas experimentais, contendo uma semente

em cada repetição. Os substratos foram: fibra de coco, serragem e areia grossa lavada. No trigésimo e quadragésimos dias, depois de semeadas, avaliou-se as porcentagens de germinação. Os resultados finais constataram-se de que o tratamento com fibra de coco exerceu maior influência na germinação das sementes da graviola, devido ao fato de possuir uma elevada porosidade, reter umidade disponível às raízes e um melhor arejamento propiciado as sementes após a formação do cotilédone. Isso demonstrou superioridade deste substrato em relação aos tratamentos com serragem e areia grossa lavada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Graviola; Crescimento inicial; Tratamentos.

**ABSTRACT:** The graviola's tree (*Annona muricata* L.) is a small tree, 4 to 6 meters high, with a reduced tree top, belonging to the Annonaceae family. The seeds of many fruit species, especially those with fleshy fruits, germinate as soon as they are placed in favorable soil and environment conditions. The substrate is the way that provides adequate conditions to the germination and the formation of the root system, providing structural support to the aerial part of the plants. Thus, the present study had as objective to analyze the germination of graviola in different substrates. The experimental design was completely randomized, with three

treatments and ten replicates, forming 30 experimental plots, containing one seed in each replicate. The substrates were: coconut fiber, sawdust and coarse sand washed. On the thirtieth and fortieth days, after sowing, the percentages of germination were evaluated. The final results showed that the treatment with coconut fiber exerted a greater influence on the germination of graviola seeds, due to the fact of having a high porosity, retaining moisture available to the roots and a better aeration propitiated the seeds after the formation of cotyledon. This demonstrated superiority of this substrate in relation to sawdust and coarse sand treatment.

**KEYWORDS:** Graviola; Initial growth; Treatments.

## 1 | INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma árvore de pequeno porte, 4 a 6 metros de altura, de copa reduzida, pertencente à família Annonaceae (Gomes, 1981), vêm sendo cultivada nas regiões norte e nordeste do Brasil. É também conhecida como jaca do Pará, Jaca do pobre e coração-de-rainha, araticum manso e araticum gigante.

Os frutos apresentam uma polpa agradável e conforme relatos de Melo et al. (1993) são muito apreciados para consumo in natura. Esta fruta possui ótimo mercado consumidor e abundante em interesses comerciais. As sementes de graviola, assim como de muitas espécies frutíferas, principalmente daquelas que possuem frutos carnosos, germinam tão logo sejam colocados em condições de solo e ambiente favoráveis, porém outras, nas mesmas condições de meio ambiente, não germinam (SIMÃO, 1971).

Tonin & Perez (2006) afirmam que, o substrato é um dos fatores que tem alta Influência na germinação das sementes e no desenvolvimento das plantas. É compreendido como o meio que proporciona condições adequadas à germinação e à formação do sistema radicular, fornecendo suporte estrutural à parte aérea das plantas e ainda, quantidades apropriadas de água, oxigênio e modulação de nutrientes (WAGNER et al., 2006; LIMA et al., 2010).

Dessa forma, faz-se necessário obter informações sobre o substrato adequado para a germinação das sementes da *Annona muricata* L. para que haja formação de mudas de qualidades, baixo custo, fácil acesso e que beneficie o crescimento da planta aos agricultores.

Embora haja inúmeras pesquisas relacionadas à qualidade de substrato essencial à germinação de plantas frutíferas, como a graviola, ainda há necessidade quanto a descoberta de outros tipos ideais ou específicos para a germinação de sementes de diferentes espécies de plantas. Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar o percentual germinativo de mudas da *Annona muricata* L. em diferentes substratos.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de maio a junho de 2018, no laboratório de Botânica da Universidade Federal Rural da Amazônia- UFRA, *Campus* de Tomé-Açu. Os frutos foram adquiridos na propriedade do senhor Francisco Wataru Sakaguchi. Utilizou-se 30 sementes de graviola (*Annona muricata* L.) retiradas de frutos maduros, aberto manualmente para a sua remoção.

As sementes foram desinfetadas com solução de hipoclorito de sódio a 1% (NaClO) e agitadas em um recipiente, cuidadosamente, por cinco minutos, posteriormente enxaguadas em água destilada. Após a completa remoção das impurezas as elas foram submetidas a secagem em sombreamento sobre o papel toalha por 14 horas. Logo depois se realizou o processo de semeadura, numa profundidade de 2,0cm de acordo com Ledo, (1997); em recipiente plástico com capacidade de 180 ml contendo os diferentes substratos. Todo o procedimento foi realizado no laboratório.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, sendo avaliados três tipos de substratos puros: areia grossa lavada, fibra de coco e serragem, para cada um deles processou-se dez repetições, formando 30 parcelas experimentais com uma semente em cada repetição. Os dados de porcentagem de germinação foram transformados em *arc sen* para fins de análise estatística. E as médias comparada pelos testes de Tukey, à 5% de probabilidade.

Durante a condução sucederam-se regas diárias. A irrigação ocorreu manualmente, com auxílio de uma pipeta graduada, medindo 5 ml para cada parcela experimental. Dessa forma, os dados de porcentagem de germinação foram coletados no trigésimo e quadragésimo dia.

## 3 | RESULTADOS E DISCURSÃO

Conforme os resultados analisados no trigésimo dia apresentados na Tabela 1, não houve diferença significativa entre os substratos utilizados ( $P>0,05$ ). Apesar dos tratamentos não se diferenciarem entre si, estatisticamente, o substrato de serragem foi o que apresentou maior percentual de germinação e o substrato de areia grossa lavada obteve menor índice.

Substratos	Germinação*
Fibra de Coco	1.14783 a
Serragem	1.72175 a
Areia Grossa Lavada	0.57392 a

Tabela 1 - Germinação de sementes de graviola ao final de 30 dias.

\* Dados transformados em *arc sen* x /100. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, 5% de probabilidade.

No quadragésimo dia de sementeiras, houve diferença significativa entre os tratamentos do nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ). O resultado da germinação mostrou que o tratamento fibra de coco obteve maior percentual de germinação (tabela 2). Isto demonstra superioridade deste substrato em relação aos tratamentos serragem e areia grossa lavada. O tratamento de fibra de coco se sobressaiu aos outros devido ao fato de possuir uma elevada porosidade, reter umidade disponível às raízes e um melhor arejamento propiciado as sementes após a formação do cotilédono (Brito, 2014). Entre as principais características da serragem destacam-se a elevada capacidade de troca de cátions, boa drenagem, entretanto baixa capacidade de absorção de água e PH baixo, com índice de acidez igual a 3,7 (Gonçalves, 1995). A areia por ser o tratamento com menor porcentagem é um substrato utilizado por diversos pesquisadores em trabalhos com emergência de plântulas e crescimento de diversas espécies, suas propriedades físicas ajudam no condicionamento do solo, que depende de aerações e permeabilidade (Cavalcanti et. al.; 2002). Porém de acordo Fachinello et al. (1995) citado por Neves (2007), ela é um substrato pobre em nutrientes, sendo necessário a adição de fertilizantes mineral ou orgânica.

Substratos	Germinação*
Fibra de Coco	5.73916 a
Serragem	4.01741 ab
Areia Grossa Lavada	2.86958 b

**Tabela 2** - Germinação de sementes de graviola ao final de 40 dias.

\* Dados transformados em  $\text{arc sen } x / 100$ . Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, 5% de probabilidade.

## 4 | CONCLUSÃO

Portanto, os resultados finais referentes ao trigésimo dia que não houve uma diferença significativa entre os tratamentos, porém ao quadragésimo dia houve uma diferença significativa a nível de 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) onde o tratamento fibra de coco exerceu maior taxa de germinação das sementes da graviola, demonstrando superioridade deste substrato em relação aos tratamentos Serragem e Areia grossa lavada. Sugere-se que outros experimentos sejam realizados, com um maior número de sementes e que sejam verificados não apenas o percentual germinativo, mas crescimento de raízes e plântulas, objetivando verificar qual substrato favorece cada uma das etapas.

## REFERÊNCIAS

BRITO, L. M. & MOURÃO, I. **Características dos substratos para horticultura: composição e características dos constituintes individuais dos substratos**. Centro de Investigação de Montanha (CIMO)/Escola Superior Agrária – Instituto Politécnico de Viana do Castelo. 21 de julho de 2014. Agronegócios.eu. Disponível em: <<http://www.agronegocio.eu/noticias/>>. Acesso em: 28 de out. 2018.

CAVALCANTI, N. B. et. al.. **Emergência e crescimento do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) em diferentes substratos**. Revista Ceres, v. XLIX, suplemento março e abril, 2002. 69 p.

FACHINELLO, J.C. et. al.. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2ª ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178 p.

GONÇALVES, A. L. **Substrato para a produção de mudas de plantas ornamentais**. In: MINAMI, K.(Ed). Produção de mudas de qualidade em horticultura. São Paulo: Quieiroz, 1995. 107-115 p.

LIMA, J. F. et. al.. **Avaliação de diferentes substratos na qualidade fisiológica de sementes de melão de caroá [*Sicana odorífera* (Vell.) Naudim]**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 12, n. 2, 2010. 163-167 p.

NEVES, N. N. A. et. al.. **Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de Moringa oleífera lam**. Revista caatinga — ISSN 0100-316 X Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Caatinga (Mossoró,Brasil), v.20, n.2, , abril/junho 2007. 63-67 p.

SIMÃO, S. A. In: **Manual de Fruticultura**. São Paulo, Ceres. 1971. 469-476 p.

TONIN, G. A. & PEREZ, S. C. J. G. A. **Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura**. Revista Brasileira de Sementes, v. 28, n. 2, 2006. 26-33 p.

WAGNER J. A. et. al.. **Influência do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg)**. Ciência & Agrotecnologia, Lavras, v. 30, n. 4, 2006.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**JOSÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR** é graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). É professor Adjunto I da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), lotado no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA). Orientador nos programas de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida (PPGSAQ-UFOPA); Sociedade, Natureza e Desenvolvimento (PPGSND-UFOPA); Biodiversidade (PPGBEES-UFOPA) e Ecologia (PPGECO-UFPA/EMBRAPA). Membro de corpo editorial dos periódicos Enciclopédia Biosfera e Vivências. Tem vasta experiência em ecologia e conservação de ecossistemas aquáticos continentais, integridade ambiental, ecologia geral, avaliação de impactos ambientais (ênfase em insetos aquáticos). Áreas de interesse: ecologia, conservação ambiental, agricultura, pecuária, desmatamento, avaliação de impacto ambiental, insetos aquáticos, bioindicadores, ecossistemas aquáticos continentais, padrões de distribuição.



Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-357-6

