

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^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof^a Dr^a Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a 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^a Dr^a 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^a Dr^a 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.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof.^a Dr.^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof.^a Dr.^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a 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.^a Dr.^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a 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.^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
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
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
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

CAPÍTULO 1	1
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	
DOI 10.22533/at.ed.5761927051	
CAPÍTULO 2	18
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	
DOI 10.22533/at.ed.5761927052	
CAPÍTULO 3	34
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	
DOI 10.22533/at.ed.5761927053	
CAPÍTULO 4	42
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	
DOI 10.22533/at.ed.5761927054	
CAPÍTULO 5	53
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	
DOI 10.22533/at.ed.5761927055	

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 memorian)
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

CAPÍTULO 27	265
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>	
DOI 10.22533/at.ed.57619270527	
CAPÍTULO 28	276
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>	
DOI 10.22533/at.ed.57619270528	
CAPÍTULO 29	287
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>	
DOI 10.22533/at.ed.57619270529	
CAPÍTULO 30	297
ANATOMIA FLORAL DO CACTO EPÍFITO <i>RHIPSALIS TERES</i> (VELL.) STEUD. (CACTACEAE)	
<p>Beatriz Mendes Santos Odair José Garcia de Almeida</p>	
DOI 10.22533/at.ed.57619270530	
CAPÍTULO 31	304
COLEÇÃO CENTENÁRIA DE EUCALIPTOS NA FLORESTA ESTADUAL “EDMUNDO NAVARRO DE ANDRADE”	
<p>Gabriel Ribeiro Castellano Rafael Jose Camarinho</p>	
DOI 10.22533/at.ed.57619270531	
CAPÍTULO 32	320
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>	
DOI 10.22533/at.ed.57619270532	

CAPÍTULO 33	335
LAGARTAS DE PIPERACEAE, ARISTOLOCHIACEAE, ANACARDIACEAE E MELASTOMATAEAE 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	
DOI 10.22533/at.ed.57619270533	
CAPÍTULO 34	345
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	
DOI 10.22533/at.ed.57619270534	
CAPÍTULO 35	355
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	
DOI 10.22533/at.ed.57619270535	
CAPÍTULO 36	368
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	
DOI 10.22533/at.ed.57619270536	
CAPÍTULO 37	374
GERMINAÇÃO DA SEMENTE <i>ANNONA MURICATA</i> L. EM DIFERENTES SUBSTRATOS	
Elaine Oliveira do Nascimento Elizilene de Souza Vaz Maria José de Sousa Trindade	
DOI 10.22533/at.ed.57619270537	
SOBRE O ORGANIZADOR	379

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 μ L of the pellet. In the microtubes of each sample were added 100 μ 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; PAPANINI; 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
Número de Casos de Coqueluche (n=597)	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).

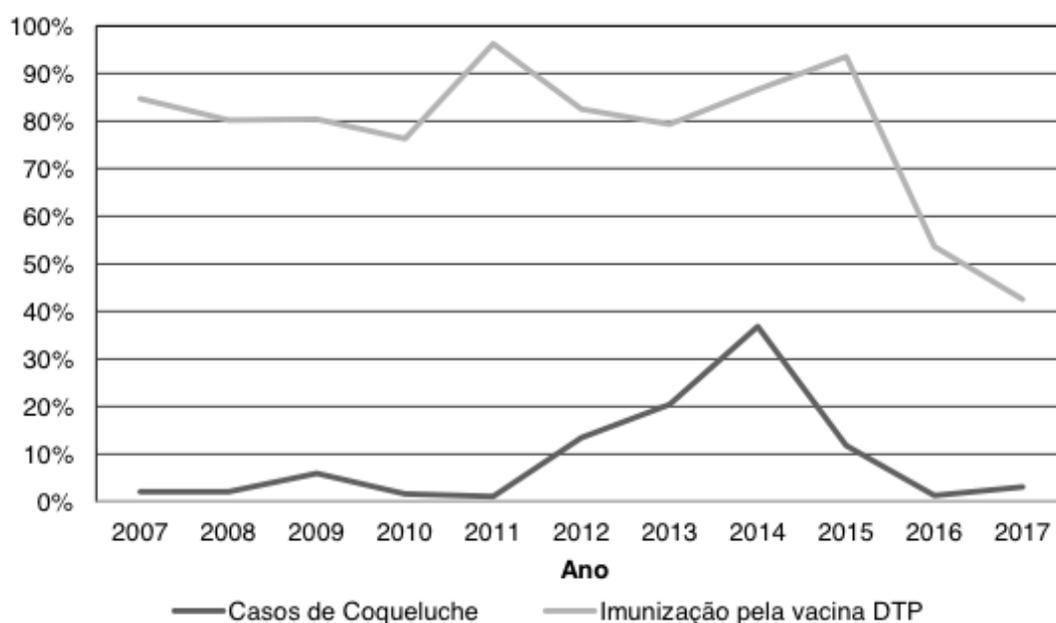


Figura 1. Casos confirmados de coqueluche e cobertura vacinal pela DTP no estado de Goiás, no período 2007 - 2017.

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 (%)
Sexo		
Masculino	242	42
Feminino	345	58
Faixa etária		
<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
Evolução		
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, imunossuppressores, 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 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 μg de AIA produzidos por mL.

Isolados	Início de Solub. (dias)	I.S. (Índice Solubilização)		pH do meio	Prod. AIA ⁽¹⁾ ($\mu\text{g mL}^{-1}$)
		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). ⁽¹⁾ Produção de Ácido Indol Acético (AIA) usando 100 mg de triptofano. L⁻¹

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 ³ . g ⁻¹ 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 ³ . g ⁻¹ 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 ⁶ g ⁻¹ 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 ⁶ g ⁻¹ 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 ⁻¹ 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 agrônômicas 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 de 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. **Rodriguésia** 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.

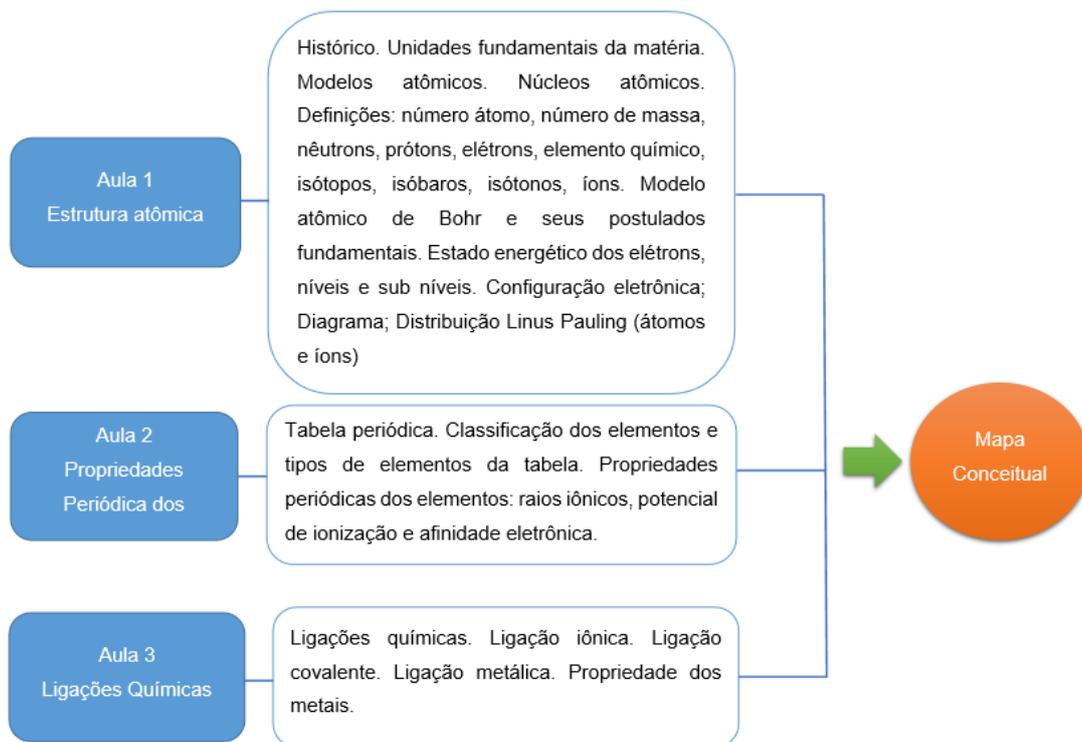


Figura 1: Conteúdo trabalhado nas aulas de química

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.

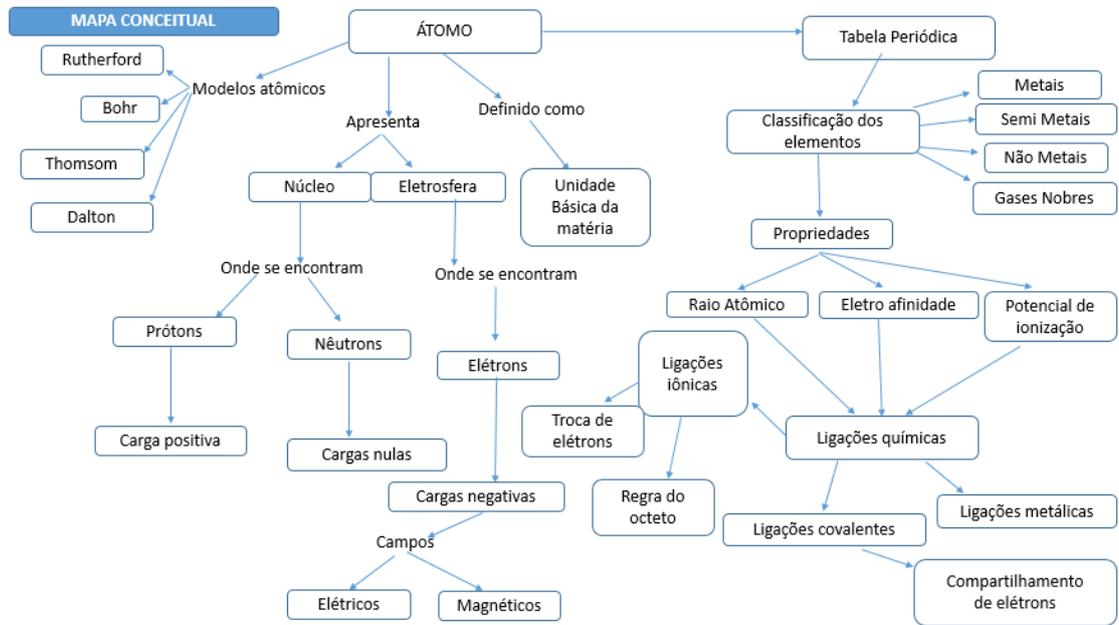


Figura 2: Mapa conceitual Aluno 1

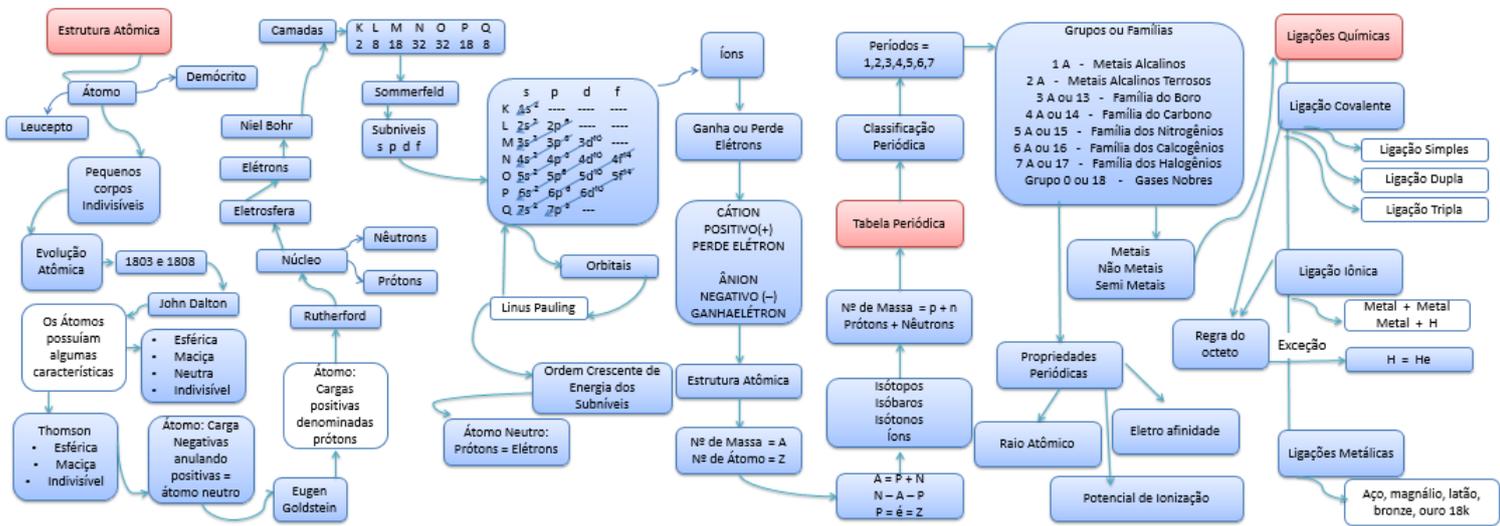


Figura 3: Mapa conceitual Aluno 2



Figura 4: Mapa conceitual Aluno 3

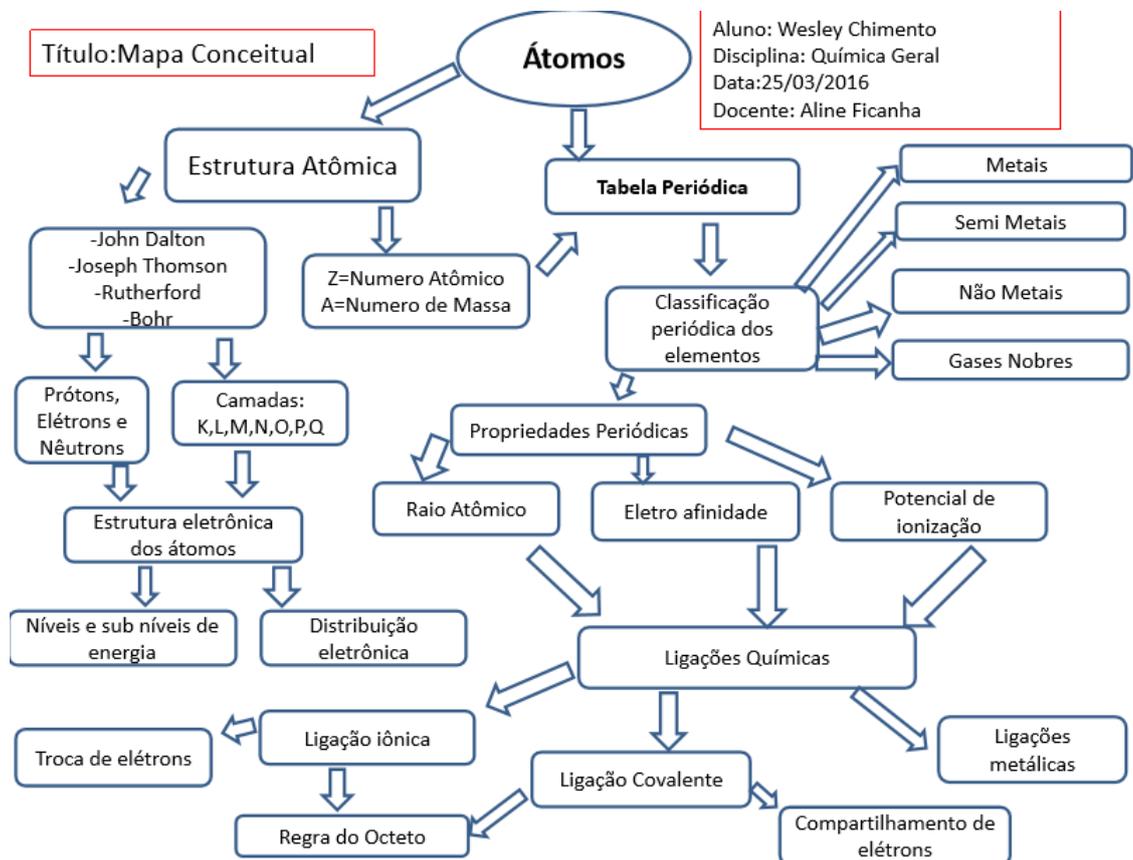


Figura 5: Mapa conceitual Aluno 4

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.; REICHERTZER, T.; SURI, 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

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; Zica.

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

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).

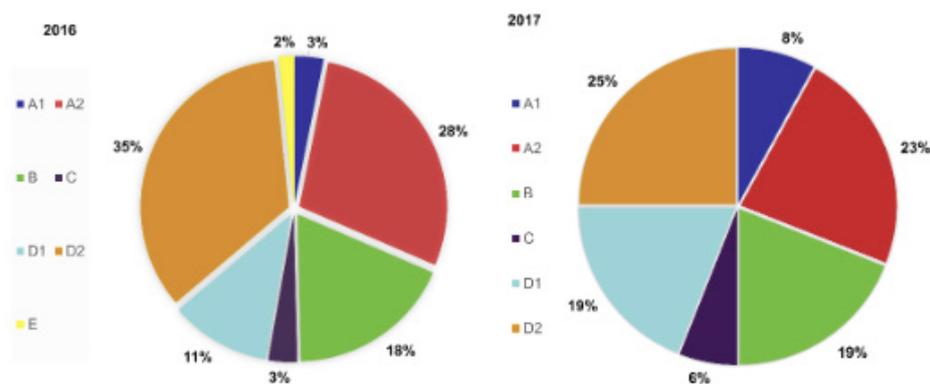


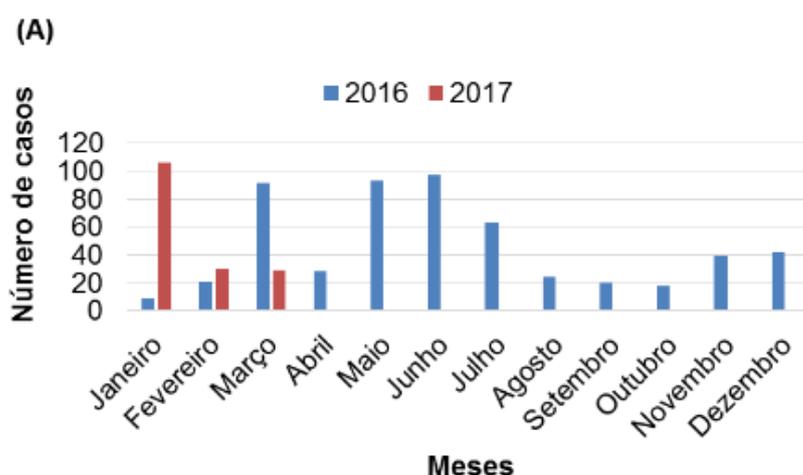
Figura 2. Frequência percentual dos criadouros de *Aedes aegypti* no município de Marabá, nos anos de 2016 e 2017: A1 – Caixa d’água ligada à rede (depósito elevado); A2 – Depósito ao nível do solo para consumo doméstico (barril, tina, tonel, tambor, depósito de barro, tanque, poço, cisterna, cacimba); 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).



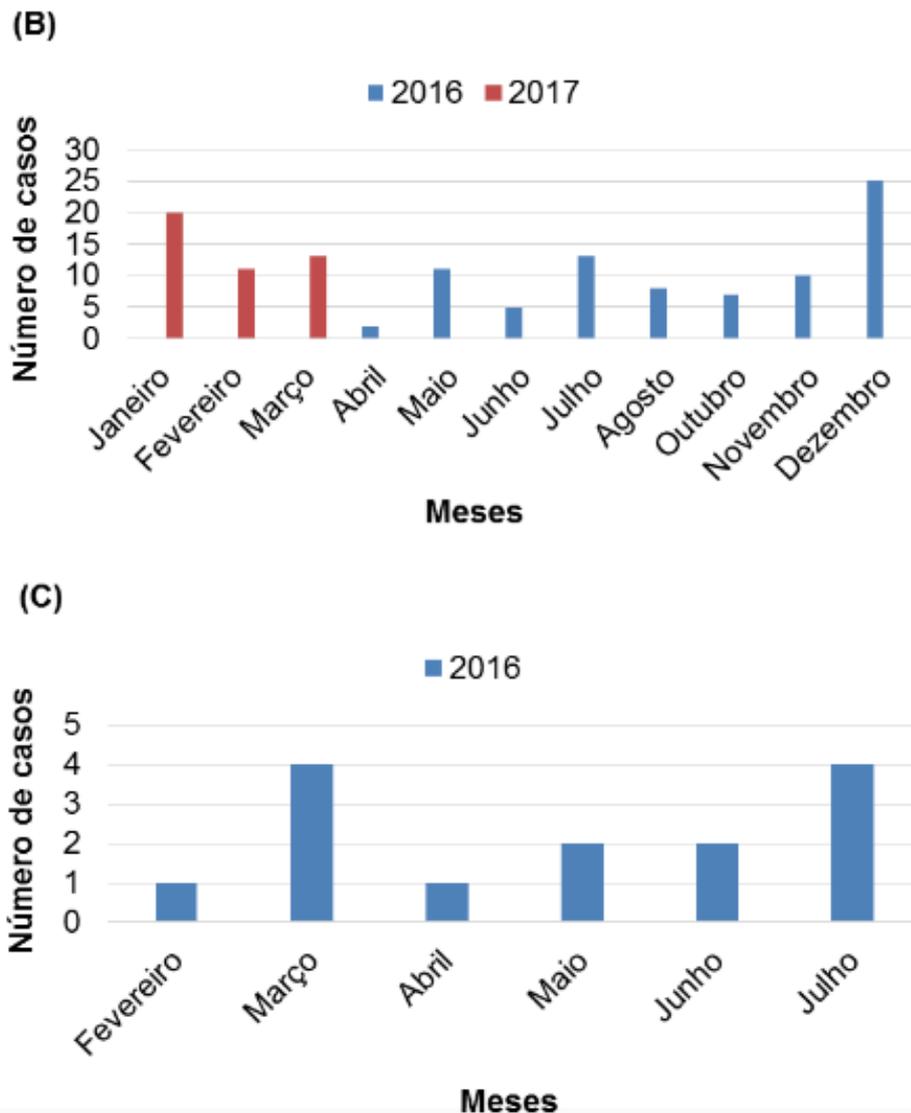


Figura 3. Número de casos confirmados de dengue (A), chinkungunya (B) e zika (C) no município de Marabá, nos anos de 2016 e 2017.

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.
- BORGO, 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://bvsmms.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>. 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/>

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>. 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>. 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, cromolcalóides, betalainas, 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 betalainas, 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 submetido 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 cactídeo 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 epífitas 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 μ 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.

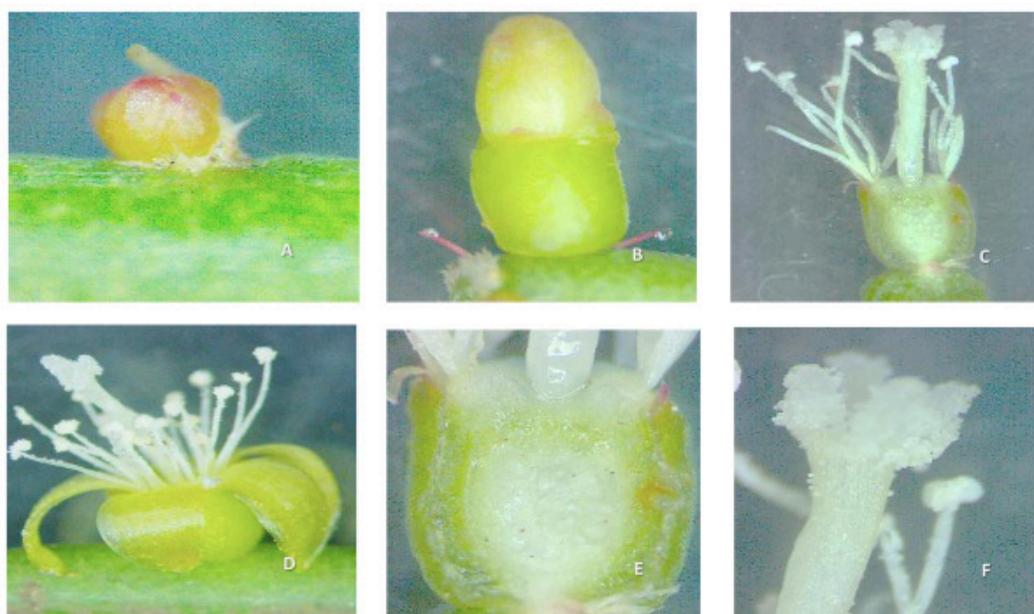


Figura 1 – Morfologia externa do botão floral e flor de *Rhipsalis teres*.

Legenda:A-B. Botão floral. C-F. Flor em antese. Barras 2 mm (A-D), 1 mm (E-F).

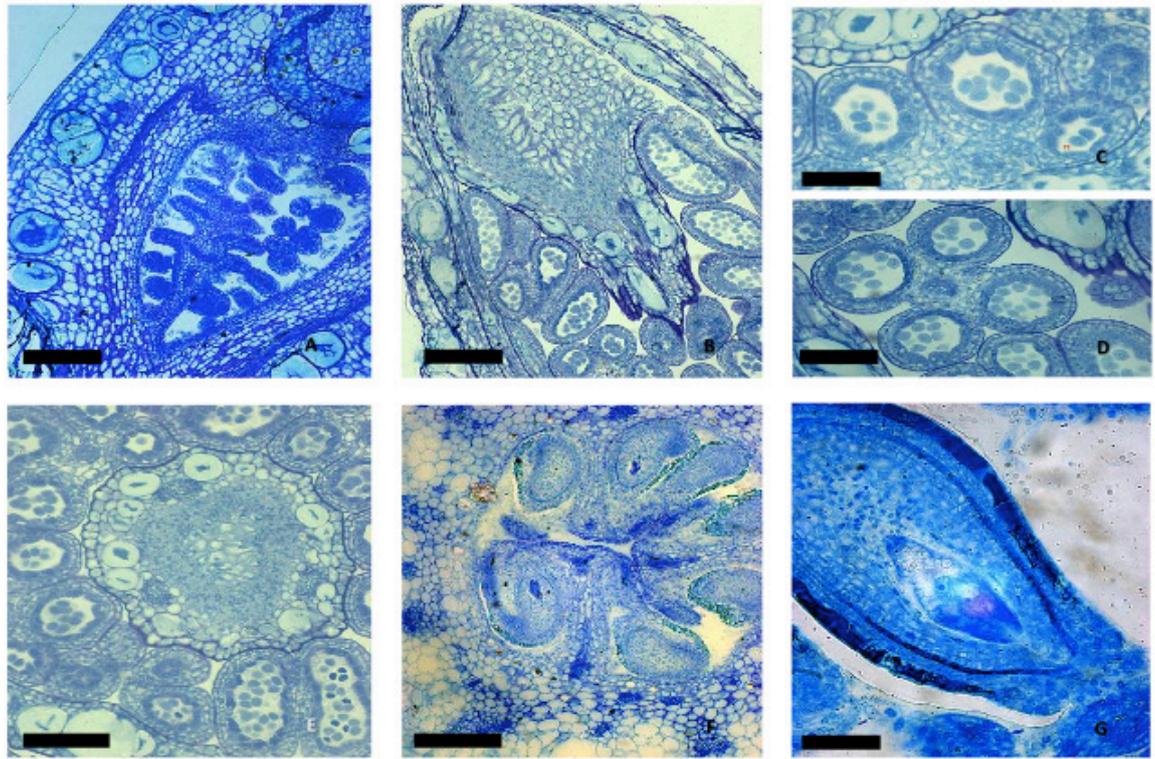


Figura 2. Anatomia floral da flor de *Rhipsalis teres*

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 Agrônomo 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 Jundiá, 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 aclimatação 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.

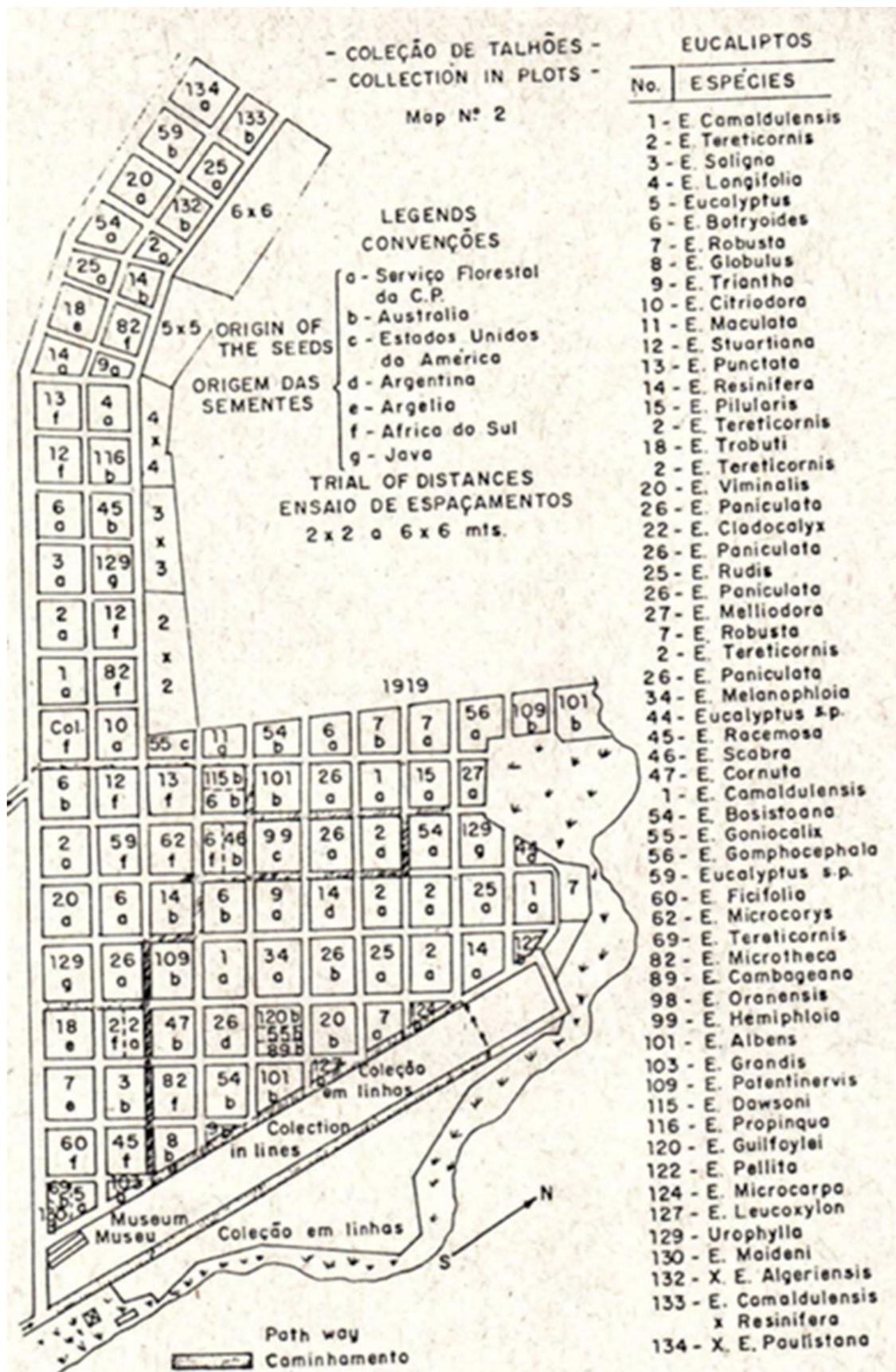


Figura 1 – Cada espécie recebia um número de introdução e registro no Serviço Florestal da Companhia Paulista, a figura mostra os talhões e a espécie plantada com a respectiva procedência, indica a localização do Museu e da “Coleção em Linhas”. Fonte: Fonseca, 1980.

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 á 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 1.600m² 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

ser caracterizado como um povoamento misto e dissetâneo, com predomínio das espécies de eucaliptos dobre as demais (INSTITUTO FLORESTAL, 2005). Localizada contigua as parcelas 61 a 95 encontra-se um ensaio populacional de *E. tereticornis* nos espaçamentos 2 X 2, 3 X 3, 4 X 4, 5 X 5 e 6 X 6 metros.



Figura 2 - Mapeamento e numeração da “Coleção em Talhões”, em vermelho a localização do Museu do Eucalipto e da Casa de Madeira, em laranja a “Coleção em Linhas”, em azul o lago central. Fonte: Castellano & Camarinho, 2018.

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. leucoxydon*, *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 ²	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. leucoxydon</i>	Austrália	495	97	62	1
T13	<i>E. trautii</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. trauti</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. trauti* (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. paniculata* 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 β -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).

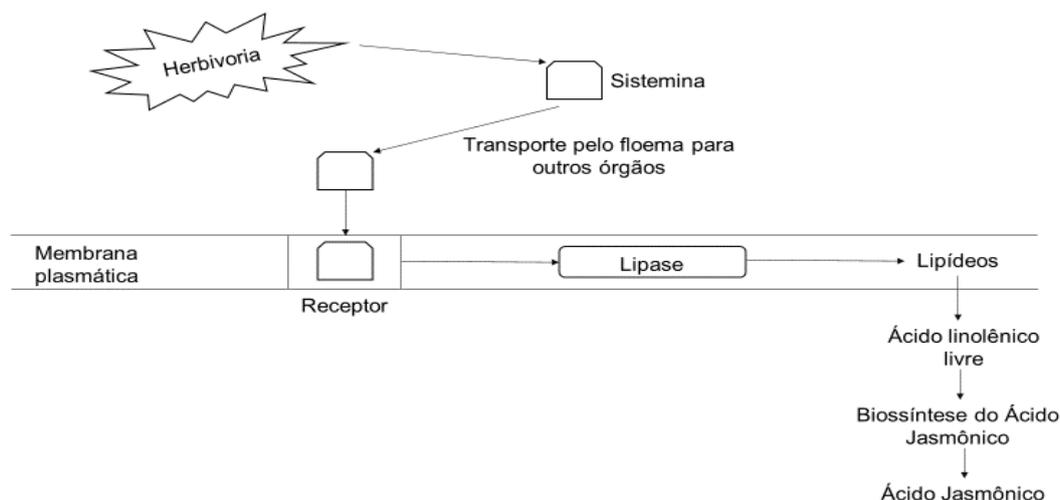


Figura 1: Em plantas feridas é desencadeada a formação da sistêmica, que é transportada para outros órgãos a planta, ligando-se a um receptor, o que causa a ativação da lipase promovendo a formação de AJ (TAIZ; ZEIGER, 2013).

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 α -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 δ -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 β -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 (WASTERNAK; 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. δ -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^{COI1} 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.

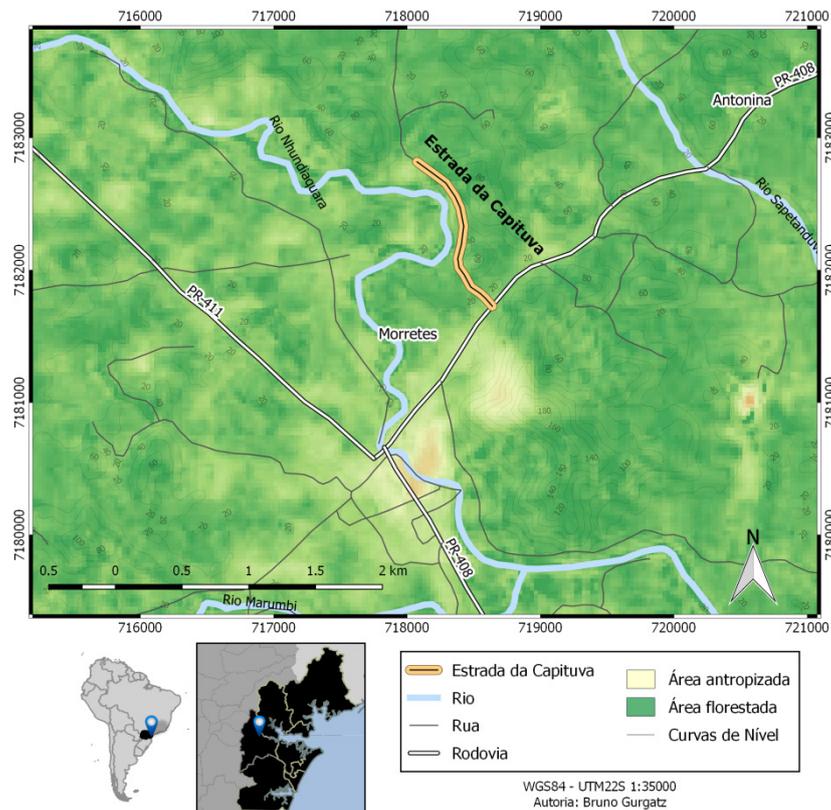


Figura 1: Localização da Estrada da Capitiva, Morretes, Paraná, Brasil.

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.
ARCTIIDAE			
<i>Carales astur</i> (Cramer, 1777)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1	Outono
EREBIDAE			
<i>Gonodonta</i> sp. (Hübner, 1818)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1	Outono, Primavera
GEOMETRIDAE			
<i>Eois</i> sp. (Hübner, 1818)	PIPERACEAE <i>Piper arboreum</i> Aubl.	1	Inverno
HESPERIIDAE			
<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
NOCTUIDAE			
Morfoespécie 1	MELASTOMATAACEAE <i>Tibouchina candolleana</i> (DC.) Cogn		Primavera
NOTODONTIDAE			
<i>Lobeza</i> sp. (Herrich-Schäffer, 1854)	MELASTOMATAACEAE <i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne.	1	Outono
NYMPHALIDAE			
<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
PAPILIONIDAE			
<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 indicadoras 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, Jundiá, 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 oleanólico¹⁴) (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*.

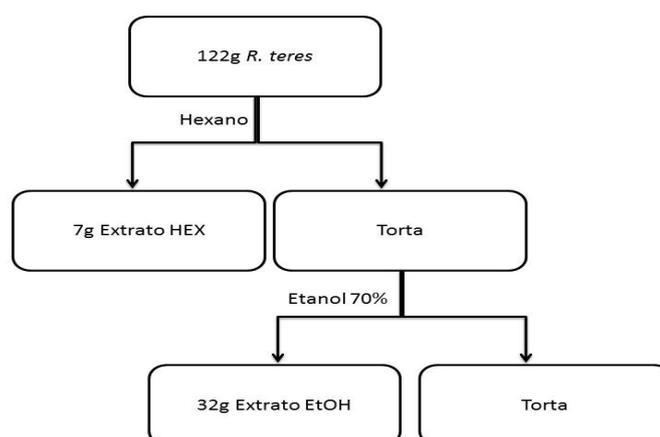
PARTE EXPERIMENTAL

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^{UV254} e fase móvel contendo a mistura de clorofórmio/n-propanol/metanol/água 31:38:6:25 (v:v) e reveladas com anisaldeído/H₂SO₄, 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 ressuspendidas em 1 mL de metanol/H₂O (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/H₂O (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/H₂O. A solução obtida foi seca à temperatura ambiente, redissolvida em MeOH/H₂O (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-MSⁿ*). 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-MSⁿ*).

O espectro de massas em *full-scan* do extrato apresenta os íons precursores das moléculas desprotonadas [M - H]⁻ (Figura 2). Foi realizado o experimento *MSⁿ* 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.

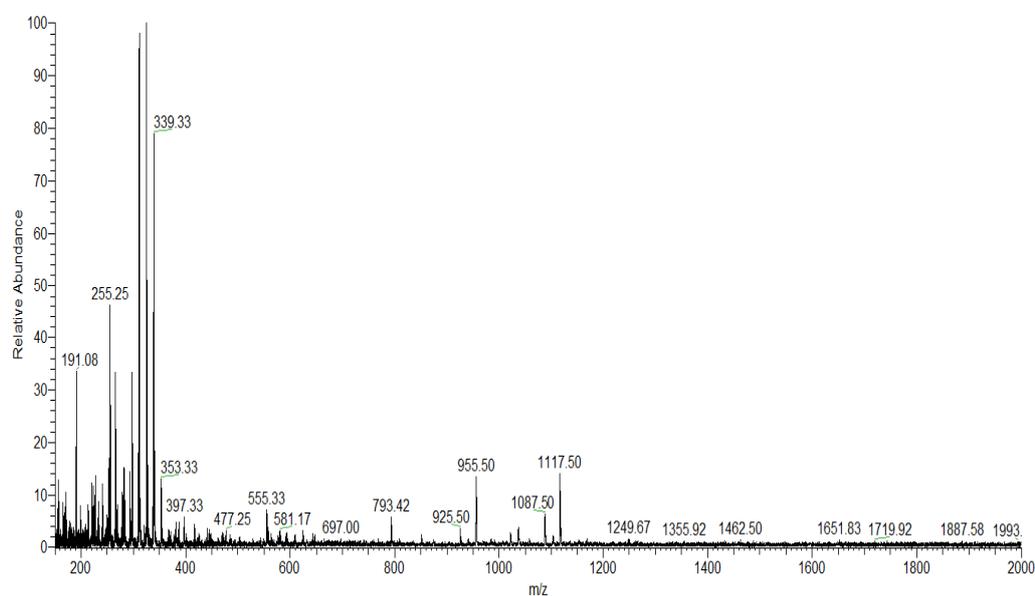


Figura 2. Espectro de massas full scan do extrato EtOH 70% de *Rhipsalis teres*

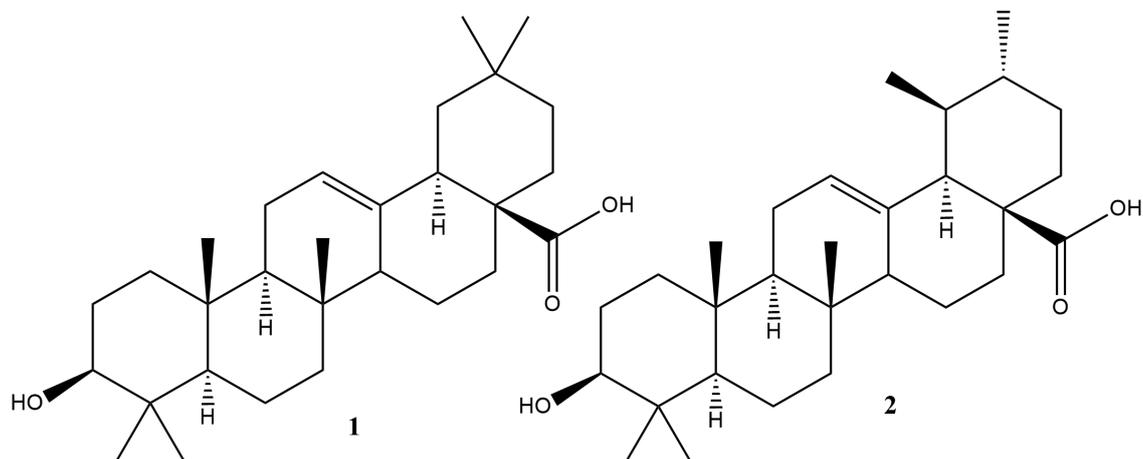


Figura 3. Saponinas triterpênicas de *Rhipsalis teres*

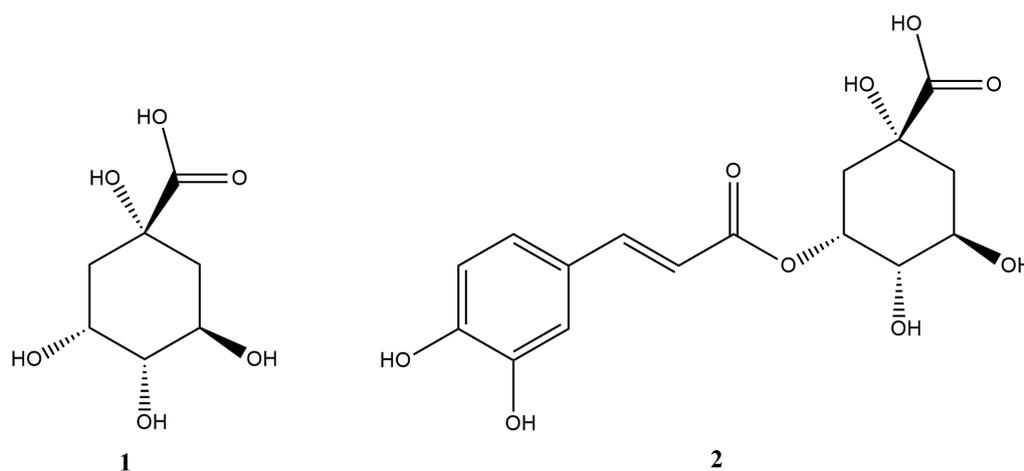


Figura 4. Ácidos fenólicos encontrados de *Rhipsalis teres*

Fragmentação MS2 do íon precursor de m/z 1117 [M - H]⁻ gerou o íon produto de m/z 955 [M - 162 - H]⁻, 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]⁻, 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]⁻, 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]⁻ 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 793 [M - 162 - 132 - H]⁻, 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]⁻, 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 $[M - 162 - 162 - 146H]^-$, 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 Wichi. 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 Brasilica**, 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⁻¹). 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⁻¹) 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⁻¹ 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⁻¹, para uma distância de transporte deste resíduo igual a 65 km; Cerca de 21 m³ 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 m³ ha⁻¹ 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⁻¹ 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 pluviométrico 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 experimento, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001), apresentaram os seguintes resultados: 3 mg dm⁻³ de P (resina); 2 mg dm⁻³ de S-SO₄; 13 g dm⁻³ de M.O.; 4,6 de pH (CaCl₂); K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC = 2,1; 4,0; 4,0; 18,0; 10,1 e 28,1 mmol_c dm⁻³, respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn (DTPA) = 0,8; 11,0; 11,1 e 0,7 mg dm⁻³, respectivamente; 0,11 mg dm⁻³ 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 ₂)	8,6	Ca total	2,97 mg kg ⁻¹
Densidade	0,58 g cm ⁻³	Pb total	< 25 mg kg ⁻¹
Relação C/N	62,1	Co total	2,85 mg kg ⁻¹
Matéria orgânica (MO) total (combustão)	12,31 g 100g ⁻¹	Cu total	13,05 mg kg ⁻¹
MO total (composto)	8,90 g 100g ⁻¹	Cr total	2,55 mg kg ⁻¹
MO resistente no composto	3,41 g 100g ⁻¹	Fe total	1,97 mg kg ⁻¹
C total (orgânico and mineral)	6,84 g 100g ⁻¹	P total	4,33 mg kg ⁻¹
C orgânico	4,95 g 100g ⁻¹	Mg total	3,04 mg kg ⁻¹
Resíduo mineral total	12,92 g 100g ⁻¹	Mn total	1,31 mg kg ⁻¹
Resíduo mineral insolúvel	10,16 g 100g ⁻¹	Hg total	0,06 mg kg ⁻¹
Resíduo mineral solúvel	2,76 g 100g ⁻¹	Mo total	< 1,25 mg kg ⁻¹
N total	0,11 g 100g ⁻¹	Ni total	5,72 mg kg ⁻¹
Al total	2,14 mg kg ⁻¹	K total	2,42 mg kg ⁻¹
As total	0,99 mg kg ⁻¹	Se total	0,23 mg kg ⁻¹
Ba total	79,0 mg kg ⁻¹	Na total	< 25 mg kg ⁻¹
B total	14,64 mg kg ⁻¹	Zn total	22,45 mg kg ⁻¹
Cd total	< 2,5 mg kg ⁻¹		

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⁻¹** de cinza de biomassa de eucalipto (testemunha);
- 2- **5 t ha⁻¹** de cinza de biomassa de eucalipto;
- 3- **10 t ha⁻¹** de cinza de biomassa de eucalipto;
- 4- **15 t ha⁻¹** de cinza de biomassa de eucalipto;
- 5- **20 t ha⁻¹** de cinza de biomassa de eucalipto;
- 6- **25 t ha⁻¹** 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⁻¹ de N (ureia), 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples), 36 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), 6 kg ha⁻¹ de Cu (sulfato de cobre) e 6 kg ha⁻¹ 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⁻¹ de N, na forma de ureia), potássica (270 kg ha⁻¹ de K₂O, com cloreto de potássio) e boratada (6 kg ha⁻¹ 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 (m³ ha⁻¹) 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 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 ⁻¹)	(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----					
0	13,50	12,75	5,30 ⁽¹⁾	1,88 ⁽²⁾	13,75 ⁽³⁾	6,50 ⁽⁴⁾	17,00	22,13 ⁽⁵⁾	39,13 ⁽⁶⁾
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
C.V. (%)	43,96	4,18	4,40	23,32	29,57	17,01	17,20	20,70	13,55
Média Geral	15,04	12,79	5,75	2,60	3,58	9,01	14,96	31,40	46,35

⁽¹⁾Y = 5,3548+0,0313x (R² = 0,95**)

⁽²⁾Y = 2,1917+0,0330x (R² = 0,65*)

⁽³⁾Y = 14,0476+0,4429x (R² = 0,89**)

⁽⁴⁾Y = 6,8214+0,4136x-0,0121x² (R² = 0,93* e PM = 17,1 t ha⁻¹)

⁽⁵⁾Y = 24,0726+0,5859x (R² = 0,88**)

⁽⁶⁾Y = 39,9060+0,5159x (R² = 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 ₄	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Ca/CTC	Mg/CTC
(t ha ⁻¹)	(%)	(%)	(mg dm ⁻³)	(mmol _c dm ⁻³)	(mmol _c dm ⁻³)					
0	55,64 ⁽¹⁾	0,00	19,75	1,59	1,55	9,50	7,40 ⁽²⁾	2,18	34,23 ⁽³⁾	16,60 ⁽⁴⁾
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
C.V. (%)	9,78	0,00	22,25	21,38	45,81	18,68	12,43	50,80	17,80	13,60
Média Geral	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-SO₄, 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 ($21 - 30 \text{ g kg}^{-1}$); os teores de P foliar, foram classificados como adequado ($1,0 - 1,3 \text{ g kg}^{-1}$); em relação ao K, foram considerados como adequado ($5,5 - 8,5 \text{ g kg}^{-1}$); os teores foliares de Ca determinados ficaram um pouco acima da faixa adequada ($3,5 - 6,0 \text{ g kg}^{-1}$); os teores de Mg ficaram um pouco acima da faixa considerada adequada ($2,0 - 3,0 \text{ g kg}^{-1}$); os teores de S foram considerados adequados ($0,5 - 1,5 \text{ g kg}^{-1}$) (Tabela 4).

Segundo Gonçalves (2011), os teores de B, Cu, Mn e Zn ficaram acima da faixa considerada adequada (B: $30 - 60 \text{ mg kg}^{-1}$; Cu: $7 \text{ a } 10 \text{ mg kg}^{-1}$; Mn: $100 - 800 \text{ mg kg}^{-1}$; Zn: $10 - 18 \text{ mg kg}^{-1}$); e os teores de Fe ficaram na faixa considerada adequada ($70 - 200 \text{ mg kg}^{-1}$) (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 ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	S (g kg ⁻¹)
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 ⁻¹)	B (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
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
C.V. (%)	32,70	9,03	34,02	17,83	12,63
Média Geral	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⁻¹ 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 ⁻¹)	ICF	Altura de planta (cm)	DAP (cm)	Volume de madeira com casca (m ³ ha ⁻¹)
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
C.V. (%)	13,50	10,00	10,34	13,35
Média Geral	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 ⁻¹)	MS de folhas (g planta ⁻¹)	ICF	Altura de planta (cm)	DAP (cm)	MS total da parte aérea (g planta ⁻¹)	Volume de madeira com casca (m ³ ha ⁻¹)
0	6,10 ⁽¹⁾	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
Média Geral	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, P₂O₅ e K₂O 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 Agrônômico/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: cacaueiro (*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 ΔY 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 ΔY 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.
- ΔY 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 ΔY 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.

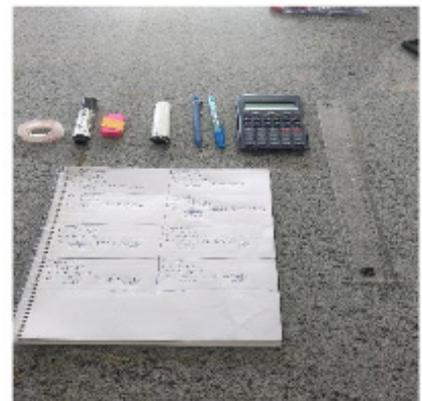


Figura 2: Cálculos do experimento.

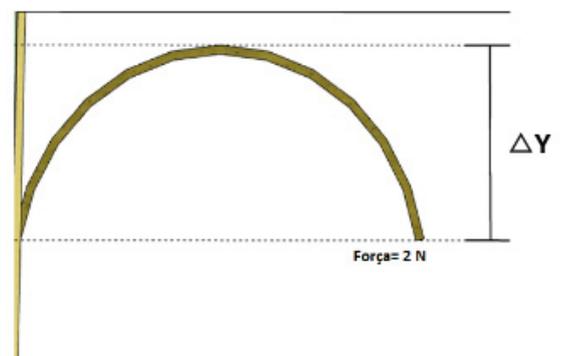


Figura 3: Projeção vertical da deformação arqueadas dos vegetais.

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 às 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 oleifera* 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

