

# DEBATE E REFLEXÃO DAS NOVAS TENDÊNCIAS DA BIOLOGIA

JOSÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR  
LENIZE BATISTA CALVÃO  
(ORGANIZADORES)

José Max Barbosa De Oliveira Junior  
Lenize Batista Calvão  
(Organizadores)

# Debate e Reflexão das Novas Tendências da Biologia

Atena Editora  
2019

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

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

### **Conselho Editorial**

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
D286	Debate e reflexão das novas tendências da biologia [recurso eletrônico] / Organizadores José Max Barbosa de Oliveira Junior, Lenize Batista Calvão. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-525-9 DOI 10.22533/at.ed.259190908  1. Biologia – Pesquisa – Brasil. 2. Biodiversidade. 3. Seres vivos. I. Oliveira Júnior, José Max Barbosa de. II. Calvão, Lenize Batista.  CDD 570
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

## APRESENTAÇÃO

Caro leitor (a),

Com muita satisfação, apresentamos o novo E-Book intitulado “Debate e Reflexão das Novas Tendências da Biologia”. Esse E-Book apresenta 19 artigos, com informações atualizadas e temas diversificados sobre tendências em Biologia, que em conjunto debatem e refletem sobre práticas, aplicações e novas possibilidades na grande área das Ciências Biológicas.

É importante destacar que muitas profissões dependem da biologia como base para construção de um conhecimento cada vez mais especializado. Considerando ser uma ciência muito heterogênea em suas aplicações e subáreas destacaremos alguns tópicos que merecem cada vez mais atenção.

A complexidade dos seres vivos na natureza varia desde as características morfofisiológicas, seus metabolismos até como eles estão espacialmente distribuídos, bem como, os fatores ambientais que são importantes para manutenção da biodiversidade. Nas últimas décadas as práticas de biotecnologia criaram produtos utilizados pelo homem em larga escala que agregam muitas técnicas aplicadas à pesquisa biológica. Por fim, aspectos inerentes relacionados a crise ambiental englobam a crescimento populacional, o uso de recursos naturais e a poluição ambiental. É extremamente satisfatório encontrar em um volume áreas tão promissoras que abordam bioquímica, biotecnologia, educação, parasitologia, ecologia aplicada, saúde humana, microbiologia, morfologia de invertebrados.

Os 19 capítulos aqui apresentados foram escritos por autores que abordaram temas atuais de grande relevância, por exemplo, a busca de potenciais biológicos atuantes como antioxidantes, técnicas aplicadas a microbiologia e controle ambiental, a biotecnologia para preservação de sementes. Outras técnicas inovadoras aplicadas a manutenção e multiplicação do material biológico, armazenamento de alimentos, ou de produção de mudas são aqui também discutidas.

A saúde humana inclui a aplicação da engenharia biológica, bem como a identificação de produtos com propriedades benéficas que lançam perspectivas ao agronegócio. Interessantemente, outro tema muito importante abordado é a orientação sexual destinada ao público do ensino fundamental, que de forma interativa busca atender as dúvidas dos alunos, bem como motivar os professores de forma prática a continuar a discutir com seus alunos. As extensões de feitos científicos aplicados a educação do ensino básico não se limitam a temas específicos, permeiam também desde aulas práticas de bioquímicas, a exposição de parasitos na educação básica seja de forma dialógica, dinâmica com uso de jogos e de construção de modelos torna-os palpáveis e observáveis aos alunos desde o ensino médio. A compreensão facilitada de temas complexos agregada as práticas diárias dos alunos permitem que eles construam e busquem alternativas particulares no meio em que vivem. Como consequência são capazes de promover melhorias para si e para o coletivo em que

estão inseridos.

Atualmente com a rapidez que a degradação ambiental por diversas pressões antrópicas que aumentam sobre os sistemas naturais há uma necessidade urgente em direcionar medidas eficazes de conservação. Adicionalmente mais do que isso, emerge a necessidade de refletir sobre a educação ambiental cada vez mais crítica que se inicia desde os primeiros anos escolares e busca a indissociabilidade entre desenvolvimento e a sustentabilidade. Por fim, os artigos científicos escritos em língua portuguesa favorecem não somente um público diminuto, mas também envolve estudantes iniciantes a pesquisa. Esses estudantes podem ter contato não somente com estudos especializados em cada área, mas com uma visão holística de novas tendências e possibilidades na grande área da Biologia.

Boa leitura a todos!

José Max Barbosa De Oliveira Junior  
Lenize Batista Calvão

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
EFEITO DA INTEGRIDADE AMBIENTAL SOBRE A ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ZYGOPTERA (INSECTA: ODONATA) EM IGARAPÉS NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM, PARÁ, BRASIL	
Railon de Sousa Marinho	
José Max Barbosa de Oliveira Junior	
Tainã Silva da Rocha	
Everton Cruz da Silva	
Leandro de Matos Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2591909081</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
CRIOPRESERVAÇÃO DE SEMENTES E ÁPICES CAULINARES DE <i>Bauhinia variegata</i>	
Sara Thamires Dias da Fonseca	
Mairon César Coimbra	
Ana Hortência Fonseca Castro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2591909082</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>21</b>
DESNATURAÇÃO PROTEICA: PRÁTICA PEDAGÓGICA APLICADA NO PROGRAMA DE MONITORIA DE ENSINO	
Gabriella Ramos de Menezes Flores	
Letícia Marques Ruzzi	
Rafaela Franco Dias Bruzadelli	
Camila Maria De Souza Silva	
Wellington Alves Piza	
Milena Isabela da Silva	
Alisson Gabriel de Paula	
Caroline de Souza Almeida	
Elias Granato Neto	
Ingridy Simone Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2591909083</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>25</b>
AVALIAÇÃO ANTIOXIDANTE E TOXICOLÓGICA DO EXTRATO AQUOSO DO CAULE DE <i>Mesosphaerum suaveolens</i> (L.) KUNTZE	
Adrielle Rodrigues Costa	
José Weverton Almeida Bezerra	
Felicidade Caroline Rodrigues	
Viviane Bezerra da Silva	
Danúbio Lopes da Silva	
Francisca Graciele Leite Sampaio de Souza	
Elys Karine Carvalho da Silva	
Rayza Helen Graciano dos Santos	
Maira Honorato de Moura Silva	
Luciclaudio Cassimiro de Amorim	
Adjuto Rangel Junior	
Luiz Marivando Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2591909084</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>35</b>
EFEITO DO TAMANHO DA PARTÍCULA NA BIODISPONIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DURANTE A DIGESTÃO <i>IN VITRO</i> DE SEMENTES DE CHIA ( <i>Salvia</i>	

Hispanica)

Renata A. Labanca

Marie Alminger

DOI 10.22533/at.ed.2591909085

**CAPÍTULO 6 ..... 44**

IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS VOLÁTEIS DE *Ocimum* sp. E DETERMINAÇÃO DO SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO RADICAL ABTS

Carla Larissa Costa Meira

Juliana Lago Leite

Vilisaimon da Silva de Jesus

Djalma Menezes de Oliveira

Rosane Moura Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.2591909086

**CAPÍTULO 7 ..... 53**

INFLUÊNCIA DA SECAGEM COM PRÉ-TRATAMENTO DE ULTRASSOM NA COLORAÇÃO DE FOLHAS DE ALECRIM-PIMENTA

Naiara Cristina Zotti Sperotto

Michelle Izolina Lopes de Souza

Evandro de Castro Melo

Mariane Borges Rodrigues de Ávila

Diego Augusto Gonzaga

Maira Christina Marques Fonseca

Juliana Maria de Oliveira

Ana Cláudia Vieira Lelis

DOI 10.22533/at.ed.2591909087

**CAPÍTULO 8 ..... 62**

INVASORES: UM JOGO DIDÁTICO AUXILIAR NO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM DE PROTOZOOSSES

Patricia de Souza Ricardo Gonçalves

Narcisa Leal da Cunha-e-Silva

DOI 10.22533/at.ed.2591909088

**CAPÍTULO 9 ..... 70**

MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL EM SALAS DE PRODUÇÃO DE UM BIOTÉRIO CONVENCIONAL BRASILEIRO

Camila de Souza Brito

Lucas Maciel Cunha

Lucas de Sousa Araujo

DOI 10.22533/at.ed.2591909089

**CAPÍTULO 10 ..... 81**

MORFOLOGIA DO INTESTINO DO *Phragmatopoma caudata* KRØYER IN MÖRCH, 1863 (POLYCHAETA: SABELLARIIDAE) DA PRAIA DE BOA VIAGEM RECIFE-PE

Maria Gabriela Vieira Oliveira da Silva

Betty Rose de Araújo Luz

Júlio Brando Messias

Sura Wanessa Nogueira Santos Rocha

Mônica Simões Florêncio

DOI 10.22533/at.ed.25919090810

**CAPÍTULO 11 ..... 87**

O USO DE MODELOS DIDÁTICOS COMO METODOLOGIA COMPLEMENTAR PARA O PROCESSO DE APRENDIZAGEM DA PARASITOLOGIA NOS DIFERENTES SEGMENTOS

Andréia Carolinne de Souza Brito  
Carlos Eduardo da Silva Filomeno  
Shayane Martins Gomes  
Thainá Melo  
Ludmila Rocha Lima  
Thayssa da Silva  
Luciana Brandão Bezerra  
Aline Aparecida da Rosa  
Bruno Moraes da Silva  
Elisangela Oliveira de Freitas  
Alexandre Ribeiro Bello  
José Roberto Machado-Silva  
Renata Heisler Neves

**DOI 10.22533/at.ed.25919090811**

**CAPÍTULO 12 ..... 102**

ÓLEO DE COCO EXTRAVIRGEM: ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS ACARRETADAS PELA FRITURA E POR DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Mariana Nunes de Lima Emídio  
Ludmila Fernanda Souza de Oliveira  
Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière  
Marina Campos Zicker  
Renata Adriana Labanca

**DOI 10.22533/at.ed.25919090812**

**CAPÍTULO 13 ..... 116**

ORIENTAÇÃO SEXUAL, IDENTIDADE DE GÊNERO E SEXISMO NA ESCOLA: DESCONSTRUIR PARA CONSTRUIR

Valéria Lima Marques de Sousa  
Célia Lopes Teixeira

**DOI 10.22533/at.ed.25919090813**

**CAPÍTULO 14 ..... 128**

OTIMIZAÇÃO DA MULTIPLICAÇÃO IN VITRO DE GINSENG-BRASILEIRO [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen]

Marcelo Silva Passos  
Fabiola Rebouças Rodrigues  
Vânia Jesus Santos Oliveira  
Lília Vieira da Silva Almeida  
Weliton Antonio Bastos de Almeida  
Mariane de Jesus da Silva de Carvalho  
Claudia Cecilia Blaszkowski de Jacobi

**DOI 10.22533/at.ed.25919090814**

**CAPÍTULO 15 ..... 140**

PARASITOLOGIA NA ESCOLA: INTERVENÇÕES EM EDUCAÇÃO E SAÚDE

Carlos Eduardo da Silva Filomeno  
Shayane Martins Rodrigues Gomes  
Aline Aparecida da Rosa  
Karine Gomes Leite  
Thainá de Melo Ubirajara  
Taynara Vieira Teixeira

Bruno Moraes da Silva  
Andréia Carolinne de Souza Brito  
Alexandre Ribeiro Bello  
José Roberto Machado-Silva  
Renata Heisler Neves

**DOI 10.22533/at.ed.25919090815**

**CAPÍTULO 16 ..... 154**

PIMENTA *CAPSICUM*: PROPRIEDADES QUÍMICAS, NUTRICIONAIS, FARMACOLÓGICAS, MEDICINAIS E SEU POTENCIAL PARA O AGRONEGÓCIO

Cleide Maria Ferreira Pinto  
Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto  
Sérgio Mauricio Lopes Donzeles

**DOI 10.22533/at.ed.25919090816**

**CAPÍTULO 17 ..... 173**

UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOB O VIÉS DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA VISÃO SOBRE O CONSUMO

Mylena Guedes Passeri  
Marcelo Borges Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.25919090817**

**CAPÍTULO 18 ..... 183**

USO DO PRÉ-TRATAMENTO DE ULTRASSOM NA SECAGEM DE ERVA-BALEEIRA

Juliana Maria de Oliveira  
Naiara Cristina Zotti Sperotto  
Evandro de Castro Melo  
Diego Augusto Gonzaga  
Mariane Borges Rodrigues de Ávila  
Maira Christina Marques Fonseca  
Michelle Izolina Lopes de Souza  
Ana Cláudia Vieira Lelis

**DOI 10.22533/at.ed.25919090818**

**CAPÍTULO 19 ..... 194**

VIABILIDADE POLÍNICA E INDUÇÃO DE MASSA PRÓ-EMBRIOGÊNICA EM BOTÕES FLORAIS DE *Pyrostegia venusta* (KER GAWL.) MIERS

Alessandra Moraes Pedrosa  
Bruna Cristina Alves  
Vanessa Cristina Stein  
Isabel Rodrigues Brandão  
Camila Bastos Alves  
Mairon César Coimbra  
Ana Hortência Fonseca Castro

**DOI 10.22533/at.ed.25919090819**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 204**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 205**

## EFEITO DA INTEGRIDADE AMBIENTAL SOBRE A ABUNDÂNCIA E RIQUEZA DE ESPÉCIES DE ZYGOPTERA (INSECTA: ODONATA) EM IGARAPÉS NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM, PARÁ, BRASIL

### **Railon de Sousa Marinho**

Universidade Federal do Oeste do Pará  
Santarém – Pará

### **José Max Barbosa de Oliveira Junior**

Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas,  
Universidade Federal do Oeste do Pará  
Santarém – Pará

### **Tainã Silva da Rocha**

Universidade Federal do Oeste do Pará  
Santarém – Pará

### **Everton Cruz da Silva**

Universidade Federal do Oeste do Pará  
Santarém – Pará

### **Leandro de Matos Souza**

Universidade Federal do Oeste do Pará  
Santarém – Pará

**RESUMO:** O monitoramento de ecossistemas aquáticos com o uso de libélulas é indicado pelo fato de que esses organismos habitam todos os tipos de habitats aquáticos; o estágio larval de cada espécie é específico, capaz de tolerar distúrbios ambientais; os machos maduros são facilmente notáveis enquanto patrulham próximo ao habitat larval, dessa forma facilitando sua coleta e observação no campo. A subordem Zygoptera é constituída por espécies que tendem a ser mais sensíveis às alterações ambientais e com isso sofrem efeitos negativos sobre a sua comunidade. Acerca

disso, este estudo tem como objetivos realizar um levantamento da diversidade de Zygoptera (Odonata) em igarapés preservados e alterados no município de Santarém-PA e comparar a abundância e riqueza de espécie de Zygoptera entre igarapés preservados e alterados. O estudo foi desenvolvido em oito (08) igarapés no município de Santarém, estado do Pará, Brasil, sendo quatro (04) localizados em área urbana e quatro (04) em áreas preservadas. Foram coletados 606 espécimes de Zygoptera, distribuídos em seis famílias, 11 gêneros e 22 espécies. Os igarapés classificados como preservados foram os ambientes com maior riqueza estimada de espécies de Zygoptera, já que essa subordem está associada a locais mais íntegros com vegetação ribeirinha conservada devido às necessidades biológicas mais específicas. Os igarapés alterados apresentaram menor riqueza de espécies de Zygoptera. Uma explicação para a menor riqueza de espécies de Zygoptera em ambientes alterados é devido às modificações nas matas ciliares que possibilitaram maior entrada de luz e calor nos sistemas.

**PALAVRAS-CHAVE:** alteração ambiental, preservado, alterado, bioindicador.

# EFFECT OF ENVIRONMENTAL INTEGRITY ON THE ABUNDANCE AND WEALTH OF ZYGOPTERA SPECIES (INSECTA: ODONATA) IN IGARAPÉS IN THE MUNICIPALITY OF SANTARÉM-PARÁ, BRAZIL

**ABSTRACT:** The monitoring of aquatic ecosystems with the use of dragonflies is indicated by the fact that these organisms inhabit all types of aquatic habitats; the stage larval of each species is specific, able to tolerate environmental disturbances; the males mature they are easily notable while patrolling near the habitat larval, thus facilitating their collection and observation in the field. The suborder Zygoptera) is constituted by species that tend to be more sensitive to environmental changes and with it, suffer negative effects on their communities. About addition, this study aims to perform a survey of the diversity of Zygoptera) (Odonata) in small creeks preserved and changed in the municipality of Santarém-PA, and to compare the abundance and richness of species of Zygoptera) between creeks, preserved and changed. The study was developed in eight (08) creeks in the municipality of Santarém, state of Pará, Brazil, being four (04) located in urban area and four (04) in the preserved areas. Were collected 606 specimens of Zygoptera), distributed in six families, 11 genera and 22 species. The streams classified as preserved were the environments with the greatest richness estimated species of Zygoptera), as this suborder is associated with the most integrity, with riparian vegetation preserved due to the biological requirements more specific. The creeks changed showed a lower species richness of Zygoptera). An explanation for the lower species richness of Zygoptera) in environments that have changed is due to changes in riparian forests that have allowed greater entry of light and heat in the systems.

**KEYWORDS:** environmental change, preserved, changed, bio-indicator.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Crescimento populacional tem causado uma série de impactos ambientais, contribuindo com alterações que afetam direta ou indiretamente praticamente todos os ecossistemas do planeta (McKINNEY, 2006). Os ecossistemas aquáticos são um dos mais vulneráveis a essas alterações ambientais e devido a sua maior fragilidade têm sido alterados em diversas escalas (CALLISTO et al., 2001).

A avaliação das modificações ambientais em sistemas aquáticos é comumente realizada através do uso de bioindicadores, que são organismos, populações ou comunidades, cujas funções vitais se correlacionam estreitamente com determinados fatores ambientais, que qualquer alteração pode levar a uma grande variação na sua abundância ou até mesmo na sua extinção local (SILVA et al., 2010).

Nesse contexto Schmidt (1985) discute sobre a importância do levantamento e caracterização de habitats ocupados por libélulas e sua utilização como organismos bioindicadores. Esses insetos se dividem em duas grandes subordens Anisoptera e Zygoptera, apresentam alta diversidade nos trópicos (CORBET, 1999), habitam todos os tipos de ambientes de água doce (OERTLI, 2008) e apresentam grande sensibilidade

a modificações ambientais (CARVALHO et al., 2013).

O monitoramento de ecossistemas aquáticos com o uso de libélulas é indicado por três fatores, i) elas habitam todos os tipos de habitats aquáticos, pois é fundamental que o bioindicador tenha ampla distribuição e seja comum; ii) o estágio larval de cada espécie é específico, capaz de tolerar distúrbios ambientais; iii) os machos maduros são facilmente notáveis enquanto patrulham próximo ao habitat larval, dessa forma facilitando sua coleta e observação no campo (CARLE, 1979).

A subordem Zygoptera é constituída por espécies que tendem a ser mais sensíveis às alterações ambientais e com isso sofrem efeitos negativos sobre a sua comunidade. Acerca disso, este estudo tem como objetivos realizar um levantamento da diversidade de Zygoptera (Odonata) em igarapés preservados e alterados no município de Santarém-PA e comparar a abundância e riqueza de espécie de Zygoptera entre igarapés preservados e alterados.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em oito (08) igarapés no município de Santarém (02° 26' 35" S e 54° 42' 30" O), oeste do estado do Pará, Brasil, sendo quatro (04) localizados em área urbana e quatro (04) em áreas preservadas. Os igarapés foram amostrados nos meses de setembro e outubro (período de estiagem) do ano de 2015. Para coleta de Odonata utilizamos a metodologia de varredura em áreas fixas (OLIVEIRA-JUNIOR *et al.*, 2015). Para identificação dos espécimes coletados utilizamos chaves taxonômicas especializadas (LENCIONI, 2006). Após a identificação, os insetos foram depositados como material testemunho na Coleção do Laboratório Multidisciplinar de Gestão Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, PA - Brasil.

Para mensurar a integridade dos igarapés amostrados utilizamos o Índice de Integridade do Hábitat (IIH) de Monteiro-Júnior *et al.*, (2014). Sumarizamos os valores do IIH através da Análise de Componentes Principais (PCA) para visualizar a distinção entre os níveis de conservação (Peres-Neto *et al.*, 2003). Para testar se os níveis de conservação são significativamente diferentes realizamos um Teste T ( $\alpha = 0,05$ ) com os escores gerados pela PCA.

Para comparar a diferença na abundância e riqueza de espécies entre as categorias de conservação dos igarapés (preservado e alterado) utilizamos Teste T ( $\alpha = 0,05$ ) (Zar, 1999). Todas as análises foram realizadas pelas rotinas do programa R (2011), usando o pacote *vegan* (DE CÁCERES *et al.*, 2010).

## 3 | RESULTADOS

Foram coletados 606 espécimes de Zygoptera, distribuídos em seis famílias (Calopterygidae, Coenagrionidae, Dicteriadidae, Megapodagrionidae, Polythoridae,

Protoneuridae), 11 gêneros e 22 espécies. *Mnesarete* foi o gênero mais abundante com 153 espécimes (Figura 1) e o gênero *Epipleoneura* foi o segundo com o maior número de espécimes (n= 91) (Figura 1). Já *Dictérias* foi o gênero menos abundante (n= 2) (Figura 1).

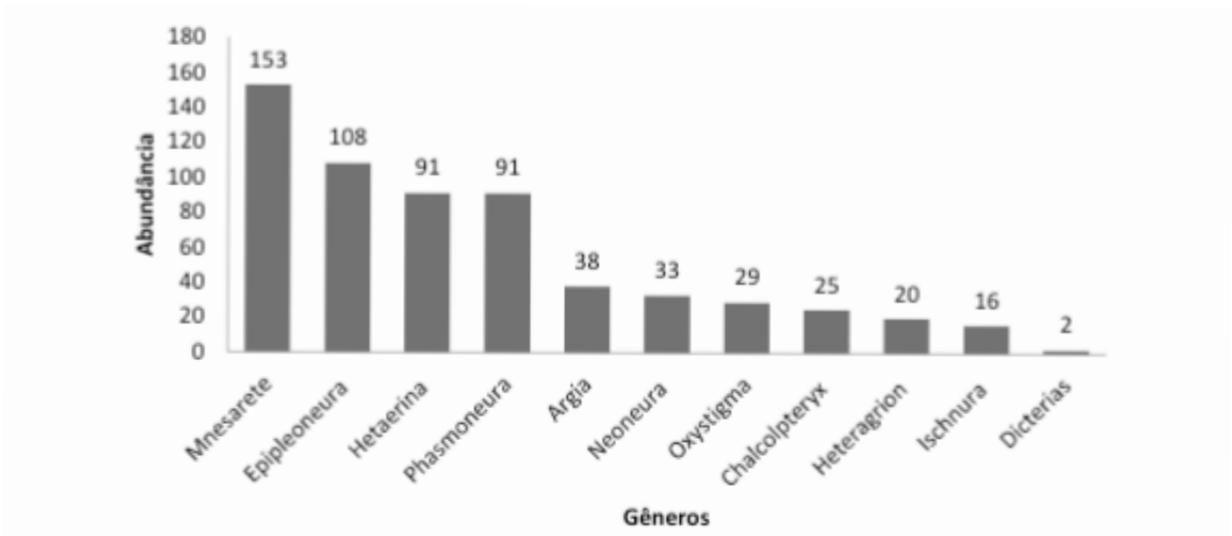
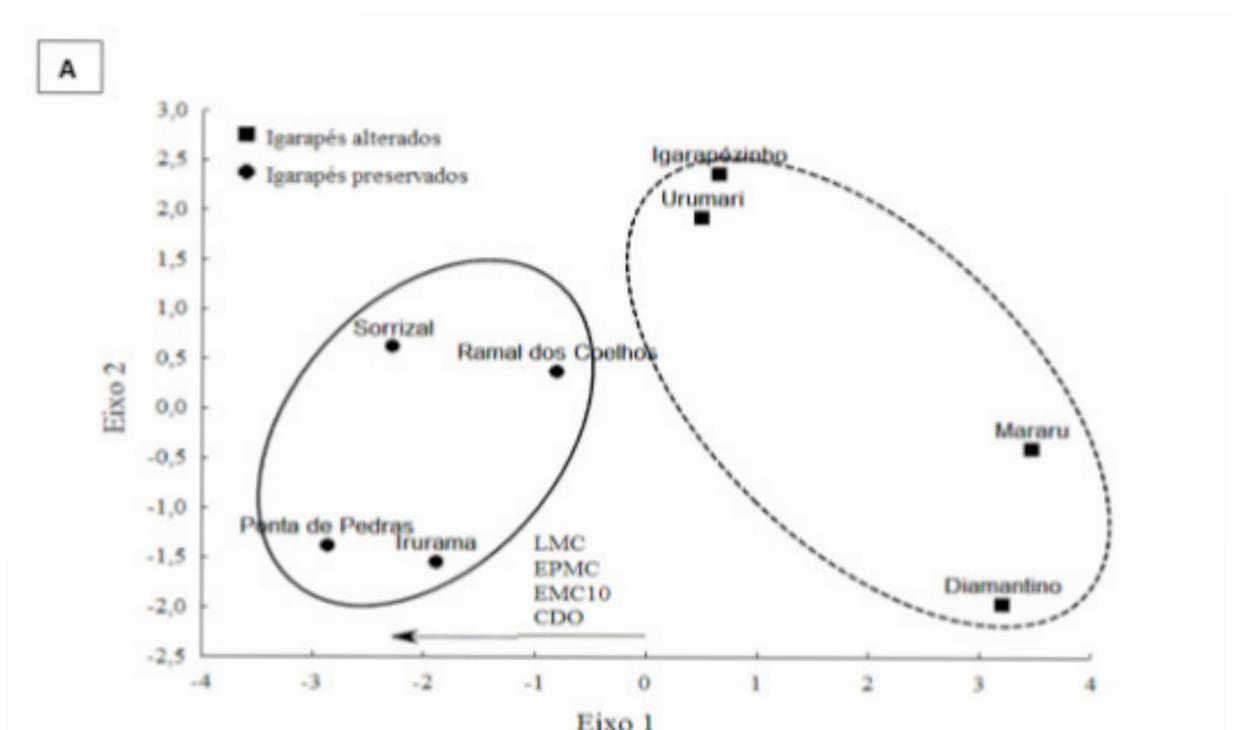


Figura 1. Abundância de gêneros de Zygoptera dos igarapés amostrados no município de Santarém, Pará – Brasil.

Os valores do IIH variaram de 0,48 à 0,78; desta forma, os 8 igarapés foram classificados em duas categorias arbitrárias de condições ambientais: alterados (0,1 - 0,69; 4 igarapés) e preservados (0,70 - 0,99; 4 igarapés) (Figura 2A). A separação dos igarapés em duas categorias de conservação foi significativa ( $T= 4,291$ ;  $gl.= 6$ ;  $p< 0,005$ ) (Figura 2A, B).



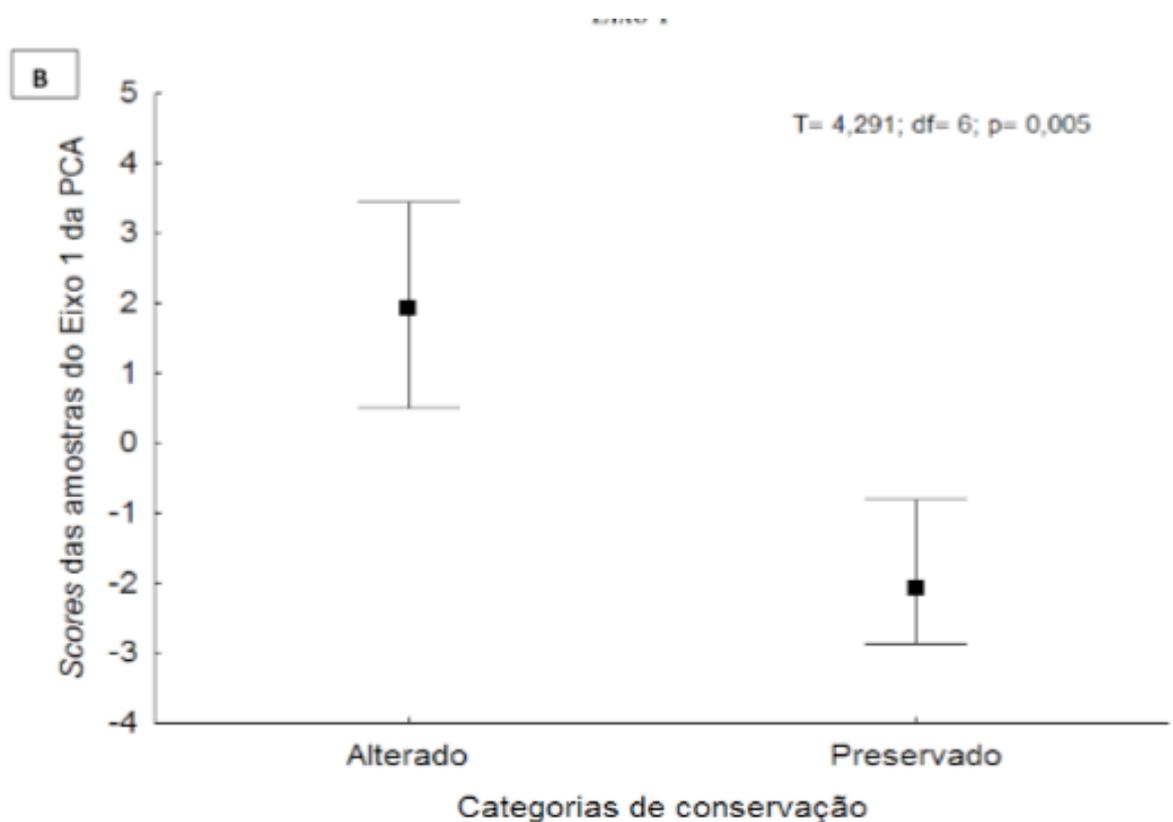


Figura 2. (A) Ordenação das variáveis ambientais (valores dos 12 itens do Índice de Integridade do Habitat (IIH)); (B) relação entre os *scores* das amostras do Eixo 1 da ordenação (PCA) e níveis de conservação (preservado e alterado) dos igarapés amostrados no município de Santarém, Pará – Brasil. (LMC=largura da mata ciliar; EPMC=estado de preservação da mata ciliar; EMC10=estado de preservação da mata ciliar dentro de uma faixa de 10 m e Cobertura de dossel (CD).

Dentre os oito pontos amostrados, os igarapés preservados obtiveram maior abundância de espécimes. O igarapé Irurama foi o mais abundante ( $n=153$ ), seguido pelos igarapés Cucurunã ( $n=133$ ), Ponta de Pedras ( $n=81$ ) e Sonrisal ( $n=60$ ). Os igarapés Igarapézinho ( $n=79$ ), Diamantino ( $n=45$ ), Urumarí ( $n=43$ ) e Mararu ( $n=17$ ) classificados como alterados tiveram menor abundância de espécimes (Apêndice 1).

Não houve diferença na abundância de espécimes entre igarapés preservados e alterados ( $t= 2,41$ ; g.l.= 6;  $p= 0,05$ ) (Figura 3A). Porém, existe diferença na riqueza de espécies entre os ambientes ( $t= 2,67$ ; g.l.= 6;  $p= 0,004$ ) (Figura 3B).

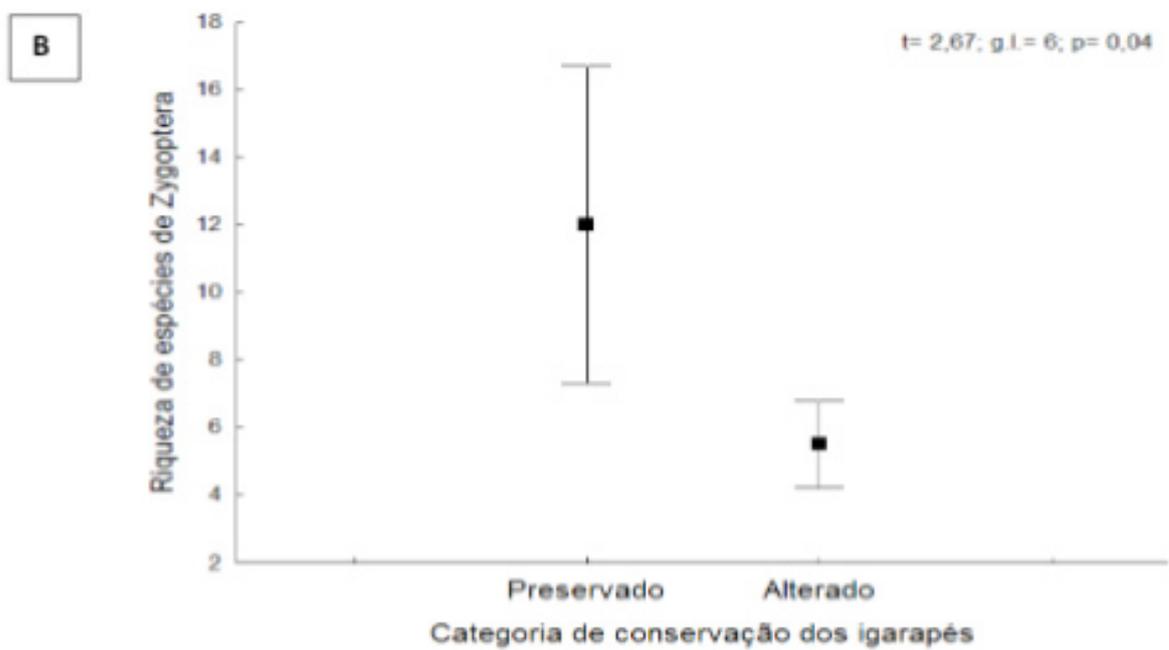
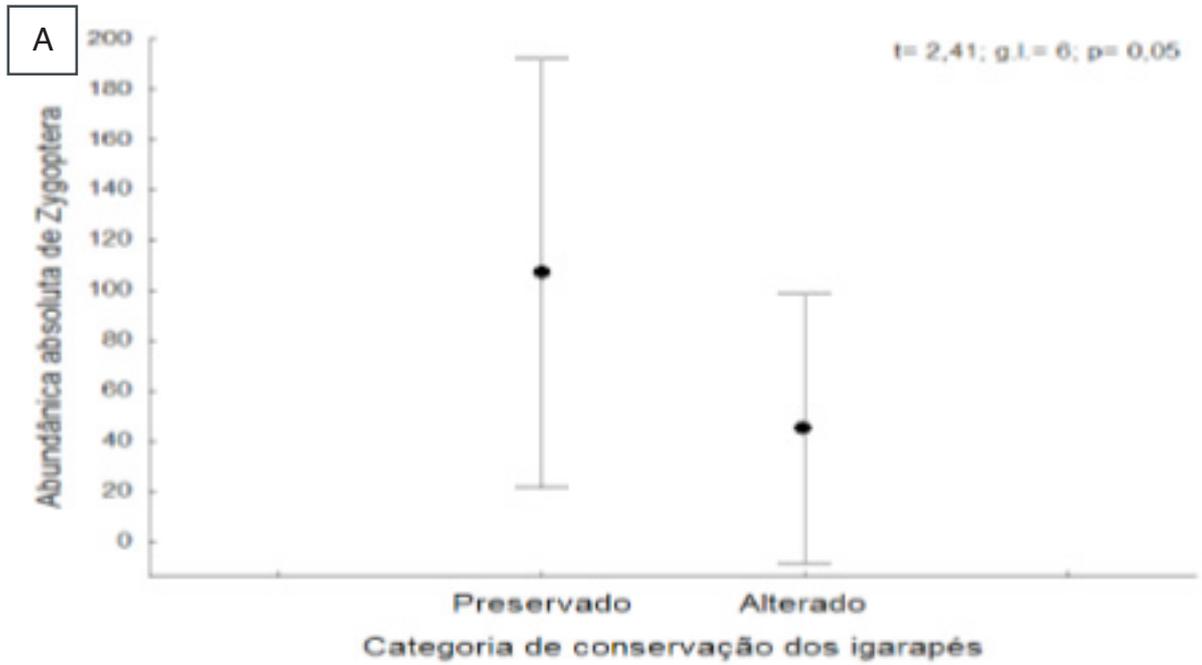


Figura 3. (A) Abundância estimada de espécimes entre os igarapés amostrados; (B) Riqueza estimada de espécimes entre os igarapés amostrados.

## 4 | DISCUSSÃO

A variação na riqueza e na abundância das espécies de Zygoptera dos dois

tipos de igarapés amostrados pode estar diretamente relacionada às alterações antrópicas, que podem refletir diretamente na estruturação das comunidades. Os igarapés classificados como preservados foram os ambientes com maior riqueza estimada de espécies de Zygoptera, já que essa subordem está associada a locais mais íntegros com vegetação ribeirinha conservada devido às necessidades biológicas mais específicas (CORBET, 1999). Por isso, devido as suas restrições ecofisiológicas ficariam mais associadas a ambientes florestados (CORBET, 1999). Os igarapés alterados apresentaram menor riqueza de espécies de Zygoptera. Uma explicação para a menor riqueza de espécies de Zygoptera em ambientes alterados é devido às modificações nas matas ciliares que possibilitaram maior entrada de luz e calor nos sistemas, já que os indivíduos dessa subordem possuem alto grau de exigência e maior especificidade de habitat, consequência de suas restrições de termorregulação.

## 5 | CONCLUSÕES

A partir dos resultados, conclui-se que a riqueza e abundância dos adultos de Zygoptera está intimamente ligado ao índice de integridade dos igarapés estudados. Conforme esperado, os igarapés alterados comportaram uma riqueza de espécies diferente dos preservados, já que a subordem estudada geralmente habita locais com maior nível de conservação.

Estudos como esse, nos remetem a importância da recuperação de ambientes aquáticos alterados e a preservação de corpos hídricos íntegros, evitando a perda de espécies. Destaca-se também a importância de que, manter a vegetação ripária intacta ou recuperar a mesma após determinado impacto são passos fundamentais para a conservação ou reestabelecimento da fauna, principalmente de Zygoptera em ambientes aquáticos.

## REFERÊNCIAS

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 6: 71-82. 2001.

CARLE, F. L. **Environmental monitoring potential of the Odonata, with a list of rare and endangered anisoptera of Virginia**. United States. Odonatologica 8(3): 319-323. 1979.

CARVALHO, F. G.; PINTO, N. S.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; JUEN, L. **Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities**. Acta Limnologica Brasiliensia 25: 10-18. 2013.

CORBET, P. S. **Dragonflies: behavior and ecology of Odonata**. Comstock. Ithaca, Ny, Eeuu. 829p. 1999.

DE CÁCERES, M.; LEGENDRE, P.; MORETTI, M. **Improving indicator species analysis by combining groups of sites**. Oikos 119: 1674-1684. 2010.

LENCIONI, F. A. A. **The damselflies of Brazil: An illustrated guide - Coenagrionidae**. All Print

Editora, São Paulo, 419p. 2006.

McKINNEY, M. L. **Urbanization as a major cause of biotic homog-enization.** *Biological Conservation* 127: 247–260. 2006.

MONTEIRO-JÚNIOR, C. S.; JUEN, L.; HAMADA, N. **Effects of urbanization on stream habitats and associated adult dragonfly and damselfly communities in central Brazilian Amazonia.** *Landscape Urban Planning* 127: 28-40. 2014.

OERTLI, B. **The use of dragonflies in the assessment and monitoring of aquatic habitats.** Em Cordoba-Aguilar A (Ed.) *Model Organisms for Ecological and Evolutionary Research.* Oxford University Press: 79-95. 2008.

OLIVEIRA-JUNIOR, J. M. B.; SHIMANO, Y.; GARDNER, T.; HUGHES, R.; DE MARCO, P.; JUEN, L. **Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon.** *Austral Ecology* doi: 10.1111/aec.12242. 2015.

PERES-NETO, P. R.; JACKSON, D. A.; SOMERS, K. M. **Giving mea ningful interpretation to ordination axes: assessing the significance of eigenvector coefficients in principal component analysis.** *Ecology* 84: 2347-2363. 2003.

SCHMIDT, E. **Habitat inventarization, characterization and bioindication by Representative Spectrum of Odonata Species (RSO).** *Odonatologia* 14(2): 127-133. 1985.

SILVA, D. P.; DE MARCO, P.; RESENDE, D. C. **Adult Odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study.** *Ecological Indicators* 10: 744-752. 2010.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** Science. 663 p. 1999.

## CRIOPRESERVAÇÃO DE SEMENTES E ÁPICES CAULINARES DE *Bauhinia variegata*

**Sara Thamires Dias da Fonseca**

**Mairon César Coimbra**

**Ana Hortência Fonseca Castro**

Universidade Federal de São João del-Rei  
Campus Centro-Oeste, Divinópolis – MG

**RESUMO:** *Bauhinia variegata* (pata-de-vaca) é encontrada no Cerrado brasileiro e possui atividades anti-inflamatória, diurética e hipoglicemiante. Este estudo visou a determinação de uma metodologia para a criopreservação de sementes e ápices caulinares de *Bauhinia variegata*. Para a criopreservação de sementes, as mesmas foram imersas por 7, 14 e 21 dias em nitrogênio líquido, sendo reaquecidas por 60 ou 120 segundos. Cada tratamento foi constituído por 30 sementes, além do grupo controle. As sementes foram inoculadas em meio MS completo e permaneceram 21 dias em sala de crescimento. Após o crescimento, foram medidos comprimento de parte aérea e raiz, massa fresca e seca, número de folíolos e de gemas. Também foram avaliados os teores de fenóis, flavonoides, açúcares e proteínas totais, utilizando-se metodologias usuais. Maiores teores de metabólitos foram observados no grupo controle, enquanto que o que apresentou menores teores foi o tratamento de 14 dias de criopreservação e 60 segundos

de reaquecimento. Para a criopreservação de ápices caulinares, foi utilizado a técnica *droplet vitrification* com PVS2. Os ápices foram criopreservados por 60 minutos e inoculados em meio MS. Não houve retomada de crescimento. **PALAVRAS-CHAVE:** criopreservação; “pata-de-vaca”; biotecnologia

**SEEDS AND STEM APEX CRYOPRESERVATION OF *Bauhinia variegata***

**ABSTRACT:** *Bauhinia variegata* or “pata-de-vaca” is found in Brazilian Cerrado and shows anti-inflammatory, diuretic and hypoglycemic activities. This study aimed the determination of a methodology for the seeds and stem apices cryopreservation of *Bauhinia variegata*. For seeds cryopreservation, it was immersed for 7, 14 and 21 days in liquid nitrogen, being reheated for 60 or 120 seconds. Each treatment consisted of 30 seeds, plus the control group. The seeds were placed on MS medium and remained in growth room for 21 days. After growth, shoot and root length, fresh and dry mass, leaflets and buds number were measured. The contents of phenols, flavonoids, sugars and total proteins were also evaluated using usual techniques. Higher levels of metabolites were observed in the control group, whereas the one with the lowest levels was the treatment of 14 days of cryopreservation and 60 seconds of rewarming.

For the apexes cryopreservation the droplet vitrification technique with PVS2 was used. The apices were cryopreserved for 60 minutes and placed on MS medium. There was no resumption of growth.

**KEYWORDS:** cryopreservation; “pata-de-vaca”; biotechnology

## 1 | INTRODUÇÃO

As plantas do gênero *Bauhinia* (Fabaceae) são encontradas principalmente nas regiões tropicais do planeta e abrangem aproximadamente 300 espécies. As folhas, caules e raízes são comumente utilizados para tratamento de infecções, processos dolorosos e diabetes (SILVA; CECHINEL FILHO, 2002). Dentre as substâncias encontradas, destacam-se os terpenos, alcaloides, flavonoides, lactonas e fenosteróis (LIMA, 2009).

*Bauhinia variegata*, popularmente conhecida como pata-de-vaca, é uma espécie encontrada no Cerrado brasileiro. Apresenta porte médio, sendo caducifólia, com flores com coloração variegada (DURIGAN et al., 1997). Na medicina popular, essa espécie é amplamente utilizada como anti-inflamatório, diurético e hipoglicemiante (DUARTE et al., 2007). Além disso, metabólitos secundários, como alcaloides, compostos fenólicos e flavonoides, presentes no extrato da folha, possuem atividades antibacteriana, antitumoral e antioxidante (MISHRA et al., 2013). *B. variegata* apresenta crescimento moderadamente rápido e é utilizada na recomposição vegetal, no reflorestamento de áreas degradadas e na arborização de ruas (LORENZI, 1992). Entretanto, as sementes apresentam dormência causada basicamente por um bloqueio físico representado pelo tegumento resistente e impermeável que, ao impedir a entrada de água e as trocas gasosas, não permite que o processo germinativo se inicie (LORENZI, 1992; ALVES et al., 2000). Além disso, a produção de sementes ocorre durante poucos meses do ano e é prejudicada pelas condições ambientais desfavoráveis e pelo ataque de patógenos e herbívoros.

Diante das dificuldades de propagação de *B. variegata* devem-se melhorar as técnicas de propagação, encorajar seu cultivo e criar vias alternativas para a produção de metabólitos de interesse farmacêutico, em larga escala. Neste contexto, as técnicas de cultivo *in vitro* são de grande importância ecológica, pois permitem o desenvolvimento de pesquisas que estabeleçam formas alternativas para a conservação e melhoramento do material genético, além de contribuírem para a otimização na produção de princípios ativos vegetais de interesse (GEORGE, 2008), uma vez que, pode fornecer grandes quantidades de materiais vegetais independente da época do ano (PÊGO; PAIVA; PAIVA, 2013). Estudos realizados com espécies da família Fabaceae mostraram que a dormência tegumentar pode ser superada pela excisão mecânica das sementes (ALVES et al., 2000; SMIDERLE; SOUSA, 2003).

A criopreservação é uma técnica utilizada para a conservação de várias espécies vegetais pelo armazenamento de sementes, ápices caulinares, segmentos nodais e

células em suspensão em nitrogênio líquido (NL), por longos períodos (CHEN et al., 2011). Em temperaturas ultrabaixas, os processos metabólicos são interrompidos, o que permite o armazenamento de uma grande quantidade de material em um pequeno espaço, por tempo ilimitado, sem que haja alterações no material armazenado (ENGELMANN, 2004). O sucesso da criopreservação depende da não formação de cristais de gelo no interior dos tecidos (PANIS et al., 2005; ENGELMANN, 2011) e a desidratação é importante para prevenir este processo, que pode ocorrer durante o resfriamento e reaquecimento causando lesões nas células (GONZALEZ-ARNAO et al., 2008). Um bom nível de sobrevivência geralmente é obtido quando as amostras mantêm umidade entre 10 e 20%, após resfriadas (ENGELMANN, 2004).

Para a criopreservação de ápices caulinares, a técnica mais utilizada é a “*droplet vitrification*” onde os ápices são pré-tratados em meios com diferentes concentrações de sacarose e, após são tratados em uma solução chamada de carregamento que é composta por 2 M de glicerol + 0,4 M de sacarose em meio de cultura MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962), antes da imersão em solução de vitrificação (solução de PVS2) a 0°C. O descongelamento é realizado à temperatura ambiente, em solução de diluição rica em sacarose. Após o descongelamento, os ápices são colocados em meio específico de regeneração previamente estabelecido e a retomada do crescimento é avaliada após algumas semanas de cultivo (ENGELMANN, 2011; CHEN et al., 2011).

As dificuldades encontradas na propagação sexuada de *B. variegata*, associadas ao seu potencial medicinal fazem desta espécie uma boa candidata para estudos biotecnológicos, direcionados à conservação da espécie e à avaliação dos efeitos da criopreservação na produção de metabólitos bioativos de interesse. Até o momento, somente Wetzell (2003) demonstrou a possibilidade de se criopreservar sementes de *Bauhinia* sp., que apresentaram altas taxas de germinação após armazenamento em NL. Diante disso, o objetivo deste estudo foi estabelecer uma metodologia de criopreservação de sementes e ápices caulinares de *Bauhinia variegata* e avaliar a influência da criopreservação em características morfológicas e na produção de metabólitos bioativos de interesse.

## 2 | METODOLOGIA

Exsicatas de *Bauhinia variegata* L. (Fabaceae) foram identificadas e depositadas no Herbário PAMG da EPAMIG, localizada em Belo Horizonte (MG), sob o número de registro 5701. Sementes foram coletadas em novembro de 2016, em área de formação campestre com fisionomia de Cerrado *sensu stricto*, localizada em Ijaci (MG). O registro da coleta foi efetuado junto ao SISBIO nº 24542-3, em 19/11/2013. As sementes foram tratadas com solução de Captan a 5%, por 10 minutos, segundo Pires, Bragantini e Costa (2004) e, após secagem foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenados em câmara fria. Este estudo foi cadastrado na Plataforma SisGen, sob o número de cadastro A56CD8E, conforme legislação vigente para pesquisas com

## 2.1 Criopreservação de Sementes

As sementes tiveram seu teor de umidade inicial (%UI) determinado tomando-se por base o peso da matéria fresca utilizando a equação  $\%UI (MS) = [(MF - MS) / MF] \times 100$ , onde %UI (MS) é a porcentagem de umidade em uma base de massa seca, MF é a massa fresca (g) e MS é a massa seca (g). As sementes, com exceção do tratamento controle, foram colocadas em tubos tipo Falcon de 50 mL e imersas em nitrogênio líquido por 7, 14 e 21 dias. O descongelamento foi realizado através da imersão das sementes em banho maria a 40° C por 60 e 120 segundos, sendo posteriormente inoculadas em tubos contendo 10 mL de meio MS basal.

## 2.2 Germinação *in vitro*

Sementes provenientes dos tratamentos de criopreservação foram inoculadas em meio de cultura MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) com 100% de concentração de sais, suplementado com 30 g/L de sacarose, solidificado com 7 g/L de ágar e pH ajustado para 5,8 antes da autoclavagem.

Previamente à inoculação, as sementes foram desinfestadas em etanol 70% por 1 minuto, NaOCl 20% (0,8% de cloro ativo), por 5 minutos e lavadas três vezes seguidas em água destilada e autoclavada. Em seguida, as sementes foram levemente excisadas com o auxílio de um bisturi, para permitir a protusão da radícula e superar a dormência tegumentar. Após desinfestação, as sementes foram inoculadas em tubos contendo 10 mL de meio MS e posteriormente incubadas em sala de crescimento à temperatura de  $25 \pm 2$  °C, fotoperíodo de 18 horas, até a germinação das sementes e desenvolvimento das plântulas.

As taxas de germinação, contaminação e oxidação foram avaliadas todos os dias após inoculação e foi calculado o índice de velocidade de germinação (IVG), segundo Maguire (1962). Após 21 dias foram avaliados os números de folíolos, número de gemas, matéria fresca (MF), matéria seca (MS) da parte aérea e raiz, bem como foram determinados os teores de açúcares totais, proteínas totais, fenóis e flavonoides.

O delineamento empregado foi inteiramente casualizado e os dados foram analisados utilizando o *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 2.3 Criopreservação de Ápices Caulinares

Os explantes foram obtidos a partir de plântulas de *Bauhinia variegata* oriundas da germinação de novas sementes *in vitro*.

Em câmara de fluxo laminar, os ápices caulinares com diâmetro de

aproximadamente 1 cm foram excisados e isolados com auxílio de um bisturi. Para o processo de criopreservação, os ápices foram imersos em solução MS de pré cultivo, contendo sacarose a 0,3M e incubadas em sala de crescimento à temperatura de  $25 \pm 2$  °C no escuro, por 24 horas. Após as 24 horas, em câmara de fluxo laminar, os ápices, em câmara de fluxo laminar e em banho de gelo, os ápices foram imersos em solução de carregamento com sacarose a 0,4 M por 10 minutos. Após a retirada da solução de carregamento, os ápices foram imersos em solução PVS2, sacarose 0,4 M, por 30 minutos. Em seguida, os ápices tratados foram acomodados em tiras de papel alumínio (1,5 x 0,5 cm) sobre uma superfície gelada antes da imersão em NL. Após 60 minutos em NL, os ápices criopreservados passaram por reaquecimento em banho maria a 40 °C durante 15 minutos, foram imersos em solução de recuperação com sacarose a 1,2 M por 5 minutos duas vezes e, posteriormente, imersos em solução de lavagem, sacarose 0,4 M, por três vezes durante 5 minutos. Após, os ápices foram inoculados em meio MS contendo BAP 0,5 mg/L e carvão ativado 0,5 mg/L e incubados em sala de crescimento à temperatura de  $25 \pm 2$  °C, fotoperíodo de 18 horas.

O delineamento foi inteiramente casualizado constituído de 1 repetição independente por tratamento, cada repetição composta por dez ápices caulinares criopreservados e 40 do tratamento controle (sem imersão no NL). Os dados serão analisados por regressão ( $p < 0,05$ ), utilizando o *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 2.4 Análises Bioquímicas

O extrato vegetal para as análises bioquímicas foi obtido por homogeneização em graal de amostras de 500 mg (massa fresca) de folíolos, com 4 mL de água ultra-pura, banho-maria a 40°C por 30 minutos e posterior centrifugação a 4.800g, durante 30 minutos (SANTOS et al., 2010). O volume dos extratos preparados foi de 4 mL cada. As determinações dos teores de açúcares solúveis totais e proteínas totais foram realizadas segundo as metodologias descritas por Yemm e Willis (1954) e Bradford (1976), respectivamente. Foi montada a curva de calibração utilizando glicose anidra e BSA (Soro albumina bovina) como padrões, respectivamente. As amostras foram lidas no comprimento de onda de 620 nm para açúcares solúveis totais e 595 nm para proteínas totais e os resultados foram expressos em  $\mu\text{g/mL}$ .

## 2.5 Análises Fitoquímicas

As plântulas foram liofilizadas e extraídas por sonicação em solução de etanol 70% sob aquecimento à 35° C, por 40 min. O volume dos extratos preparados foi de 10 mL. Após a análise, foram feitas as correções de concentração. Teores de fenóis e flavonoides totais foram determinados segundo metodologias propostas por Ainsworth e Gillespie (2007) e Kosalec et al. (2005), respectivamente. Foi montada a

curva de calibração utilizando ácido gálico e rutina como padrões, respectivamente. As amostras foram lidas no comprimento de onda de 750 nm para fenóis totais e 425 nm para flavonóides e os resultados foram expressos em microgramas de equivalentes de ácido gálico, por miligrama de extrato seco ( $\mu\text{g EqAG mg}^{-1}\text{ ES}$ ) e microgramas de equivalentes de rutina, por miligrama de extrato seco ( $\mu\text{g EqR mg}^{-1}\text{ ES}$ ), para fenóis e flavonoides totais, respectivamente.

### 3 | RESULTADOS

#### 3.1 Germinação *In Vitro* e Criopreservação de Sementes

O teor de umidade inicial encontrado nas sementes foi de 10,03%. As taxas de germinação, contaminação e oxidação, bem como IVG encontram-se descritos na tabela 1.

Tratamento	Germinação (%)	Contaminação (%)	Oxidação (%)	IVG
BV0	100	7	0	14,54
BV7a	93	10	0	14,20
BV7b	97	10	0	15,73
BV14a	97	7	0	13,20
BV14b	87	13	0	6,69
BV21a	80	10	0	3,99
BV21b	80	23	0	3,23

Tabela 1. Germinação, Contaminação, Oxidação e IVG em sementes de *B. variegata*.

BV0: Tratamento controle (sem criopreservação); BV7a: Tratamento com 7 dias de criopreservação e 1 minuto de reaquecimento; BV7b: Tratamento com 7 dias de criopreservação e 2 minutos de reaquecimento; BV14a: Tratamento com 14 dias de criopreservação e 1 minuto de reaquecimento; BV14b: Tratamento com 14 dias de criopreservação e 2 minutos de reaquecimento; BV21a: Tratamento com 21 dias de criopreservação e 1 minuto de reaquecimento; BV21b: Tratamento com 21 dias de criopreservação e 2 minutos de reaquecimento.

O tratamento sem criopreservação apresentou maior taxa de germinação, bem como menor taxa de contaminação. Já o tratamento com maior tempo de criopreservação e reaquecimento, apresentou a menor taxa de germinação e maior porcentagem de contaminação. Os tratamentos intermediários apresentaram taxas de germinação relativamente semelhantes.

Quanto as análises fitoquímicas (Tabela 2), houve diferença estatística entre os tratamentos. Maiores teores de fenóis totais foram observados em raízes de plântulas provenientes de sementes criopreservadas por 21 dias, com 1 minuto de reaquecimento,

seguidas de raízes de plântulas provenientes de sementes criopreservadas por 14 minutos, com 1 minuto de reaquecimento. Os maiores teores de flavonoides foram observados em raízes de plântulas provenientes de sementes criopreservadas por 21 dias, com 1 minuto de reaquecimento e tratamento controle. Em análise conjunta, as raízes de plântulas provenientes de sementes submetidas ao tratamento BV21a apresentaram maiores concentrações de metabólitos secundários. Os tratamentos “BV7 a” e “BV21 b”, ambos extratos da raiz, não apresentaram material suficiente para que fosse realizada a dosagem.

	Tratamento	Fenóis	Flavonóides	AST ( $\mu\text{g/mL}$ )	PST ( $\mu\text{g/mL}$ )
		( $\mu\text{g EqAG mg EB}^{-1}$ )	( $\mu\text{g RutEQ mg EB}^{-1}$ )		
Parte aérea	BV0	260,5 $\pm$ 13,3 c	229,9 $\pm$ 27,6 b	197,4 $\pm$ 10,8 c	109,2 $\pm$ 80,5 b
	BV7 a	380,1 $\pm$ 64,3 c	279,9 $\pm$ 17,8 b	2079 $\pm$ 20,8 c	164,3 $\pm$ 15,7 a
	BV7 b	388,4 $\pm$ 48,5 c	239,9 $\pm$ 29,5 b	226,4 $\pm$ 43,9 c	152,2 $\pm$ 71,2 a
	BV14 a	364,9 $\pm$ 13,2 c	272,3 $\pm$ 2,9 b	***	207,3 $\pm$ 29,2 a
	BV14 b	296,8 $\pm$ 63,8 c	239,9 $\pm$ 13,9 b	212,7 $\pm$ 40,6 c	199,5 $\pm$ 15,5 a
	BV21 a	274,8 $\pm$ 11,4 c	221,2 $\pm$ 17,1 b	178,3 $\pm$ 19,5 c	147,3 $\pm$ 26,1 a
	BV21 b	***	***	275,4 $\pm$ 25,5 b	98,8 $\pm$ 13,4 b
Raiz	BV0	470,1 $\pm$ 13,6 c	454,8 $\pm$ 19,9 a	3915 $\pm$ 51,1 a	139,5 $\pm$ 33,2 a
	BV7 a	***	***	185,2 $\pm$ 42,8 c	101,3 $\pm$ 7,9 b
	BV7 b	531,6 $\pm$ 141,1 c	244,9 $\pm$ 8,8 b	282,3 $\pm$ 37,2 b	111,6 $\pm$ 4,6 b
	BV14 a	971,7 $\pm$ 135,3 b	175,8 $\pm$ 1,8 c	36,3 $\pm$ 15, d	87,3 $\pm$ 38,9 b
	BV14 b	710,0 $\pm$ 91,4 c	274,4 $\pm$ 10,3 b	214,2 $\pm$ 21,2 c	98,2 $\pm$ 16,9 b
	BV21 a	2331,9 $\pm$ 68,6 a	446,9 $\pm$ 18,6 a	278,9 $\pm$ 35,2 b	107,9 $\pm$ 49,5 b
	BV21 b	***	***	250,9 $\pm$ 46,6 c	135,2 $\pm$ 67,3 a

Tabela 2. Valores médios das concentrações de fenóis, flavonoides, açúcares solúveis totais e proteínas solúveis totais.

\*Médias seguidas pelas mesmas letras não tem diferença estatística significativa ao nível de probabilidade de 5% do teste de Scott Knott. \*\*\*Não houve material suficiente para análise

Maiores teores de açúcares solúveis totais foi observado nas raízes de plântulas provenientes de sementes não criopreservadas e menores concentrações foram observadas nas raízes oriundas do tratamento de 14 dias de criopreservação e 1 minuto de reaquecimento. As proteínas se mantiveram mais uniformes entre parte aérea e raiz.

A criopreservação afetou a produção de metabólitos primários e secundários, sendo as raízes de plântulas provenientes de sementes não criopreservadas apresentaram maiores concentrações de flavonoides e açúcares solúveis e altas concentrações de proteínas solúveis.

As análises morfológicas (Tabela 3) pouco diferiram estatisticamente. Apenas as plântulas oriundas de sementes criopreservadas por 21 dias apresentaram menor crescimento, representado por menores valores de matéria fresca e seca de parte aérea e raiz e comprimento.

T	Parte Aérea			Raiz		
	MF (g)	MS (g)	Comprimento (cm)	MF (g)	MS (g)	Comprimento (cm)
BV0	0,6423 ± 0,13 a	0,1354 ± 0,02 a	14,24 ± 2,22 a	0,3273 ± 0,15 a	0,0344 ± 0,01 a	7,85 ± 1,82 a
BV7 a	0,5772 ± 0,15 a	0,1014 ± 0,03 a	15,37 ± 2,23 a	0,3491 ± 0,14 a	0,0370 ± 0,01 a	7,24 ± 1,82 a
BV7 b	0,6349 ± 0,15 a	0,1105 ± 0,03 a	16,51 ± 3,32 a	0,3888 ± 0,15 a	0,0322 ± 0,01 a	5,26 ± 0,90 b
BV14 a	0,6124 ± 0,12 a	0,1030 ± 0,02 a	16,08 ± 3,02 a	0,3648 ± 0,12 a	0,0341 ± 0,01 a	8,10 ± 0,91 a
BV14 b	0,6694 ± 0,15 a	0,1145 ± 0,03 a	15,40 ± 3,89 a	0,4049 ± 0,18 a	0,0319 ± 0,01 a	6,55 ± 1,21 a
BV21 a	0,4071 ± 0,11 b	0,1572 ± 0,26 a	10,75 ± 3,02 b	0,1825 ± 0,04 b	0,0196 ± 0*** b	6,65 ± 0,74 a
BV21 b	0,3260 ± 0,24 b	0,0504 ± 0,04 a	6,98 ± 4,45 c	0,1558 ± 0,12 b	0,0166 ± 0,01 b	4,96 ± 2,26 b

Tabela 3. Valores médios do comprimento, massa fresca e massa seca da parte aérea e raiz

\*Médias seguidas pelas mesmas letras não tem diferença estatística significativa ao nível de probabilidade de 5% do teste de Scott Knott

\*\*\*Foram padronizadas duas casas decimais para o desvio padrão e este apresentou-se muito baixo

Não houve diferença estatística em relação a número de folíolos, no entanto, quanto ao número de gemas, apenas as plântulas com 14 dias de criopreservação mostraram diferença estatisticamente dignificante, apresentando maior número de gemas que os outros tratamentos.

Tratamento	Número de Gemas	Número de Folíolos
BV0	6,10 ± 1,52 b	6,20 ± 1,48 a
BV7 a	5,50 ± 0,97 b	5,70 ± 1,49 a
BV7 b	5,50 ± 0,97 b	5,70 ± 1,49 a
BV14 a	7,30 ± 1,57 a	7,10 ± 1,97 a
BV14 b	7,50 ± 2,59 a	6,50 ± 1,35 a
BV21 a	6,00 ± 1,31 b	6,38 ± 11,30 a
BV21 b	5,00 ± 2,12 b	5,20 ± 2,49 a

Tabela 4. Valores médios dos números de folíolos e de gemas

\*Médias seguidas pelas mesmas letras não tem diferença estatística significativa ao nível de probabilidade de 5% do teste de Scott Knott

### 3.2 Criopreservação de Ápices

Não houve retomada de crescimento de nenhum dos ápices criopreservados. Quanto aos ápices não criopreservados, houve uma média de crescimento de 5 cm após os 45 dias, bem como houve enraizamento de 50% dos ápices previamente inoculados, com uma taxa de 47,5% de enraizamento.

## 4 | DISCUSSÃO

### 4.1 Germinação *in vitro* e Criopreservação de Sementes

A umidade presente na semente influencia diretamente na germinação, uma vez que as sementes necessitam de uma certa quantidade de água para iniciar o processo de germinação (BRASIL, 2009). O teor de umidade de 10,03% foi relativamente alto, se comparado a estudo realizado por Pinto e colaboradores (2005) que encontrou uma umidade de 3,71%. Martinelli-Seneme e colaboradores (2006), em estudo de dormência de sementes de *Bauhinia variegata*, calculou um teor de umidade de 8,9% e encontrou uma germinação de 98% em método de corte com tesoura, semelhante ao método utilizado neste estudo. Portanto, a umidade calculada no estudo, bem como a leve excisão da semente com intuito de superar dormência tegumentar, mostraram-se eficientes, tendo em vista que as porcentagens de germinação encontradas foram satisfatórias. Não existem relatos de criopreservação de sementes de *Bauhinia variegata*, tornando difícil a análise da variação das taxas de germinação entre as sementes criopreservadas, bem como a análise da maior porcentagem de contaminação. No entanto, essa menor taxa de germinação das sementes criopreservadas, principalmente das sementes do tratamento de 21 dias, podem ter ocorrido devido a possibilidade de cristalização da água contida nas sementes. Possivelmente uma diminuição do teor de umidade dessas sementes ou o uso de um crioprotetor levaria a uma maior germinação, no entanto estudos são necessários para melhor análise dessas sementes criopreservadas. Quanto a análise de comprimento e biomassa, observou-se o menor crescimento das plântulas de maior tempo de criopreservação, o que reforça a teoria de que o tempo de imersão no nitrogênio líquido foi prejudicial ao desenvolvimento das plântulas. A menor biomassa deve-se ao menor crescimento dessas plântulas.

De maneira geral, a maior produção de metabólitos primários e secundários foi observada no tratamento sem criopreservação, com exceção da produção de fenóis em raízes de plântulas do tratamento “BV21 a”, pois a produção de metabólitos secundários pode ser inversamente proporcional ao crescimento celular (ARROO *et al.*, 1995). Esta correlação também pode ser observada no tratamento “BV14 a”, que apresentou maior crescimento de raiz e menor concentração de flavonoides. No entanto, com exceção destes tratamentos, essa correlação não foi regra neste estudo, visto que a produção de flavonóides do tratamento controle foi a maior, mesmo tendo um grande crescimento celular. Pode-se observar uma maior produção de fenóis em raízes, enquanto a produção de flavonoides manteve-se equilibrada entre parte aérea e raiz. Em relação a produção de PST, nota-se maior concentração nas partes aéreas das plântulas, o que pode estar relacionado com a maior síntese de proteína para crescimento celular (SERRA *et al.*, 2000), visto que a taxa de crescimento da parte aérea é superior a raiz. A maior produção de AST foi em tratamentos de raízes, sendo

maior no tratamento controle. O tratamento “BV14 a” apresentou menores níveis de AST e PST, podendo indicar uma redução da capacidade de fotossíntese, que leva a quebra do carboidrato para utilização como material energético (SERRA *et al.*, 2000). Deste modo, com a redução da capacidade anabólica, os níveis de proteínas sintetizadas para expansão celular também diminuem. Possivelmente, estes fatores devem-se ao fato do grande crescimento prévio das raízes das plântulas que levou ao consumo dos nutrientes fornecidos pelo meio, gerando uma necessidade de quebra dos açúcares para utilizar como fonte de energia.

## 4.2 Criopreservação de Ápices

A não retomada de crescimento dos ápices criopreservados, em comparação a retomada de crescimento de 100% dos ápices não criopreservados, pode ser justificada devido ao tempo de exposição ao PVS2, uma vez que este possui fitotoxicidade dependente do tempo de exposição (NOGUEIRA; PASQUAL; SCHERWINSKI-PEREIRA, 2013). Mais estudos devem ser realizados com o objetivo de identificar o tempo ideal de exposição ao PVS2 para que haja retomada de crescimento dos ápices caulinares criopreservados.

## 5 | CONCLUSÕES

O menor Índice de Velocidade de Germinação foi das sementes criopreservadas por 21 dias, bem como o menor crescimento e a menor produção de biomassa.

O tratamento com maior produção de metabólitos, tanto primários quanto secundários, foi observado no tratamento sem criopreservação.

A criopreservação dos ápices caulinares não permitiu retomada de crescimento, devido a toxicidade do PVS2.

Mais estudos são necessários para determinar melhor metodologia de criopreservação para *Bauhinia variegata*.

## 6 | AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), por meio do edital PIBIC/UFSJ/FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica e ao CNPq e CAPES pelo auxílio financeiro ao projeto.

## REFERÊNCIAS

AINSWORTH, E.A.; GILLESPIE, K.M. **Estimation of total phenolic content and other oxidate substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent.** Nature Protocols, v.2, n.4, p.875-877, 2007.

- ALVES, M. C. S. et al. **Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monadra* Britt. e *Bauhinia unguolata* L. – Caesalpinoidea.** Revista Brasileira de Sementes, v. 22, n. 2, p. 139-144, 2000.
- ARROO, R.R.J.; DEVELI, A.; MEIJERS, H.; VAN DE WESTERLO, E.; KEMP, A.K.; CROES, A.F.; WULLEMS, G.J. **Effect of exogenous auxin on root morphology and secondary metabolism in *Tagetes patula* hairy root cultures,** Physiologia Plantarum, v.93, p.233-240, 1995.
- BRADFORD, M.M. **A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.** Analytical Biochemistry, v.72, p.248-254, 1976.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes /** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- CHEN, X. L. et al. **Cryopreservation of in vitro-grown apical meristems of *Lilium* by droplet-vitrification.** South African Journal of Botany, Amsterdam, v. 77, p. 397-403, Apr. 2011.
- DUARTE, M. R. et al. ***Bauhinia variegata*: Diagnose Morfoanatômica e Análise Comparativa entre Exemplos de Regiões Climáticas Distintas.** Latin American Journal of Pharmacy. Curitiba, v. 26, n. 6, p. 837-845. 2007.
- DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais.** Campinas: Instituto Florestal, CINP/ SMA, 1997.
- ENGELMANN, F. **Plant cryopreservation: progress and prospects.** In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant, Columbia, v. 40, n. 5, p. 427-433, Sept./Oct. 2004.
- ENGELMANN, F. **Use of biotechnologies for the conservation of plant biodiversity.** In vitro & Developmental Biology, Columbia v. 47, p. 5-16, Nov. 2011.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; KLERK, G. J. de. **Plant propagation by tissue culture.** 3th. ed. Dordrecht: The background, Springer, 2008. v. 1. 520 p.
- GONZALEZ-ARNAO, M. T. et al. **Development and large scale application of cryopreservation techniques for shoot and somatic embryo cultures of tropical crops.** Plant Cell Tissue and Organ Culture, Dordrecht, v.92, p. 1-13, Jan. 2008.
- KOSALEC, I.; PEPELJNJAK, S.; BAKMAZ, M.; VLADIMIR-KNEZEVIC, S. **Flavonoid analysis and antimicrobial activity of commercially available propolis products.** Acta Pharmaceutica, v.55, n.4, p.423-430, 2005.
- LIMA, J. F. **Estabelecimento da cultura de células de *Bauhinia forficata* Link como fonte de metabólitos bioativos.** 2009. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2009.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa: 1992. 352p.
- MARTINELLI-SENEME, Adriana et al. **Germinação e sanidade de sementes de *Bauhinia variegata*.** Revista *Árvore*, [s.l.], v. 30, n. 5, p.719-724, out. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622006000500005>.

- MISHRA, A. et al. ***Bauhinia variegata* leaf extracts exhibit considerable antibacterial, antioxidant, and anticancer activities.** Biomed Research International, v. 2013, p.1-10, 2013.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. **A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures.** Physiologia Plantarum, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-497, Mar. 1962.
- NOGUEIRA, Gabriela Ferreira; PASQUAL, Moacir; SCHERWINSKI-PEREIRA, Jonny Everson. **Survival of sugarcane shoot tips after cryopreservation by droplet-vitrification.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, [s.l.], v. 48, n. 11, p.1524-1527, nov. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2013001100014>.
- PANIS, B.; PIETTE, B.; SWENNEN, R. **Droplet vitrification of apical meristems: a cryopreservation protocol applicable to all Musaceae.** Plant Science, Clare, v. 168, n. 1, p. 45-55, Jan. 2005.
- PÊGO, R. G., PAIVA, P. D. O.; PAIVA, R. **Micropropagation of *Syngonanthus elegantulus*.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 37, n. 1, p.32-39, 2013.
- PINTO, Luciano S. et al. **Caracterização química e bioquímica de sementes de *Bauhinia variegata* L.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, [s.l.], v. 9, n. 3, p.385-390, set. 2005.
- PIRES, L. M.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J. L. da S. **Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.7, p.709-715, jul. 2004.
- SANTOS, D.N.; NUNES, C.F.; PASQUAL, M.; VALENTE, T.C.T.; OLIVEIRA, A.C.L.; SILVEIRA, N.M. **Análises bioquímicas em calos de pinhão-mansão.** Ciência Rural, v. 40, n. 11, p. 2268-2273, 2010.
- SERRA, A.G.P.; PAIVA, R.; PAIVA, P.D.O. **Análises bioquímicas de calos formados de explantes foliares de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.).** Ciência e Agrotecnologia, v. 24, n. 4, p. 833-840, 2000.
- SILVA, K. L.; FILHO, V. C. **Plantas do gênero *Bauhinia*: Composição química e potencial farmacológico.** Química Nova, Itajaí, v. 25, n.3, p.449-454, 2002.
- SMIDERLE, O. J.; SOUSA, R. de C. P. de. **Dormência em sementes de Paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Papilionidae).** Revista Brasileira de Sementes, v. 25, n. 2, p.48-52, nov. 2003.
- WETZEL M. M. V. S.; REIS R. B.; RAMOS K. M. **Metodologia para criopreservação de sementes de espécies florestais nativas.** Circular Técnica Embrapa 26: 1–5; 2003.
- YEMM, E.W.; WILLIS, A. J. **The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone.** The Biochemical Journal, v.57, p.508-514, 1954.

## DESNATURAÇÃO PROTEICA: PRÁTICA PEDAGÓGICA APLICADA NO PROGRAMA DE MONITORIA DE ENSINO

### **Gabriella Ramos de Menezes Flores**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Letícia Marques Ruzzi**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Rafaela Franco Dias Bruzadelli**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Camila Maria De Souza Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Wellington Alves Piza**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Milena Isabela da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Alisson Gabriel de Paula**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Caroline de Souza Almeida**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Elias Granato Neto**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

### **Ingridy Simone Ribeiro**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais- Campus Muzambinho. Muzambinho- Minas Gerais

**RESUMO:** A bioquímica é um ramo da biologia que se preocupa com os processos químicos que ocorrem nos organismos, abordados em diversos âmbitos do ensino. Porém, geralmente o professor possui dificuldade para elaborar aula prática que esclareça como a desnaturação proteica ocorre. Com isso, o objetivo do trabalho foi proporcionar aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio do IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho, uma aula prática que demonstrasse a desnaturação de proteínas da clara do ovo. Primeiramente, foi dada uma introdução aos alunos sobre proteínas e, posteriormente, foi aplicada a atividade prática, utilizando um ovo e álcool etílico 90%. Finalmente, os estudantes mostraram-se entusiasmados por poder ver na prática o que pode ocorrer no nosso organismo, e levantaram questionamentos que foram debatidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Bioquímica, Compostos orgânicos, biologia celular.*

## PROTEIN DENATURATION: APPLIED PEDAGOGICAL PRACTICE IN THE TEACHING MONITORING PROGRAM

**ABSTRACT:** Biochemistry is a part of biology that describes the chemical processes that occur in organisms, addressed in various areas of teaching. However, this discipline does not have practical classes that clarify how protein denaturation occurs. With this, the of the work was to provide the students of the first year of highschool of the IFSULDEMINAS - Campus Muzambinho, a practical class that showed the denaturation of proteins in the white of the egg. Firstly, an introduction was given to the students on proteins and, later, the practical activity was applied, using an egg and ethyl alcohol 90%. Finally, the students were enthusiastic about being able to see in practice what could happen in our body, and raised questions that were debated.

**KEYWORDS:** *Biochemistry, Organic compounds, cell biology.*

### 1 | INTRODUÇÃO

A bioquímica é a parte da biologia que explica as variadas formas e funções biológicas em termos químico, celular e molecular (NELSON; COX, 2014). Em sua evolução, o homem sempre buscou respostas para explicar os fenômenos naturais. René Descartes (1596-1650) produziu a obra 'Discurso do Método' (1637), em que adotou a dúvida sistemática como meio para encontrar a verdade. Segundo o filósofo, o homem deveria duvidar de tudo, sendo que esta dúvida acabaria por meio da comprovação científica das coisas ou dos seres.

Atualmente, os professores percebem diminuição do interesse dos alunos dentro da sala de aula pelas reações nos organismos, tornando um grande desafio ensinar bioquímica.

Para o auxílio no processo de ensino-aprendizagem de biologia, vários professores têm apontado a necessidade de buscar modelos que aumentem a motivação dos alunos, sugerindo atividades práticas que visem o esclarecimento de processos muitas vezes abstratos (HENRIQUES, et al, 2016). Com o objetivo de alterar o modelo expositivo de aulas e reforçar o entendimento da disciplina, foi aplicada uma aula prática simples e didática para alunos do ensino médio. Os ovos são importantes fontes de proteína, sendo considerados alimentos ricos em proteína e com baixo teor de gordura. Desempenham diversas propriedades funcionais, que proporcionam aos alimentos, cor, viscosidade, emulsificação, gelificação e formação de espuma.

A albumina é uma proteína de rico valor biológico que é encontrada no plasma do sangue, sintetizada no fígado também pode ser encontrada no ovo e no leite (SARCINELLI; VENTURINI; SILVA, 2007).

O álcool etílico é um solvente orgânico utilizado em vários processos químicos e biológicos. Na desnaturação proteica, esse solvente atua no rompimento das ligações de hidrogênio, ocasionando a precipitação da albumina da clara do ovo.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo demonstrar uma prática

pedagógica elucidando a desnaturação da proteína do ovo para alunos do primeiro ano do ensino médio na disciplina de Biologia.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - campus Muzambinho.

A prática pedagógica visou a demonstração da desnaturação de proteínas na clara do ovo. Foi exposta uma breve explicação sobre proteínas com a utilização de *slides* e *datashow* e, logo após, a parte prática foi exemplificada. Foram utilizados um ovo, um prato, uma colher e álcool etílico 90%.

O ovo foi quebrado no prato e, com o auxílio da colher, foram adicionados 20 mL de álcool. Alguns segundos depois, a reação começou a ocorrer e o prato foi demonstrado a cada aluno para que fosse possível observar de perto. Prática foi apresentada para os alunos do primeiro ano do Ensino Médio do IFSULDEMINAS - *Campus* Muzambinho, como alternativa de prática pedagógica, que pode ser aplicada no ensino de bioquímica em diversos níveis de ensino.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A elaboração de práticas pedagógicas promove grande interesse por atingir o maior número de pessoas de uma maneira eficaz. Além disso, a aplicação de aulas práticas contribui para a dinamização do ensino em várias fases da educação.

Com a presente prática, observou-se a reação entre o álcool etílico e a clara do ovo, em que a mesma tornou-se esbranquiçada a partir da precipitação das proteínas desnaturadas, voltando a ter apenas uma conformação em cadeia simples de aminoácidos. Os estudantes ficaram impressionados pela facilidade de observação e aprendizado sobre a desnaturação proteica. Houveram questionamentos ligados a outras formas de desnaturação, diferentes da aplicada, demonstrando interesse pelo assunto abordado na prática pedagógica. Além disso, os alunos afirmaram a melhor compreensão do tema e a vontade de repetir o experimento, afim de passar os conhecimentos adquiridos.

Segundo Araújo e Frigotto (2015), as práticas pedagógicas sistematizam também indicações teóricas, orientadas pela ideia de integridade da formação humana. Ainda, há o interesse em favorecer os educadores de Ensino Médio e técnico, e há informações que permitem a construção de arranjos pedagógicos promotores da compreensão de especificidades dos diferentes fenômenos tratados em sala de aula.

Enfim, a sociedade contemporânea demonstra demandas de reorganização dos conteúdos trabalhados, optando por temas relevantes para os alunos. A mesma

também exige a formação de um sujeito competente e apto a reconstruir conhecimentos, substituindo as aulas verbais para a qualificação e reconstrução de conhecimentos (BORGES; LIMA, 2007).

A partir da prática pode-se constatar que ocorreu uma boa aceitação pelos alunos, pois os mesmos já haviam aprendido os conceitos abordados na teoria, mas ainda não haviam visualizado sua aplicação cotidiana.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de ensino de bioquímica durante o Ensino Médio é de grande importância para a formação crítica dos aprendizes, de forma que o interesse pelas questões científicas e tecnológicas seja sustentado dentro da atual sociedade. Com base na execução da aula prática, observou-se que os estudantes ficaram impressionados com o resultado da experiência. Foi possível demonstrar aos mesmos a desnaturação proteica e como ela pode ser observada de maneira fácil e rápida, podendo ser feita em suas próprias casas. Assim, o ensino de bioquímica nas escolas ficaria mais simples e didático, podendo ser praticado em Ensino Médio e Graduação.

#### REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. M. L., FRIGOTTO, G. **Práticas pedagógicas e ensino integrado**. Revista Educação em Questão. Natal. n. 38. p. 63. maio/ago.2015.

BORGES, R. M. L.; LIMA, V. M. R. **Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. v. 6. n. 1. 2007.

HENRIQUES, L. R, KONIG, I. F. M. , DIAS, B. K. de M., BAGNO, F. F., SANTOS, R. C. V. dos, LEITE, J. P. V. **Bioquímica nas escolas: uma estratégia educacional para o estudo de Ciência no Ensino Médio**. Revista ELO- Diálogos em Extensão. Viçosa. v.05. n. 3. p.6-17 dez 2016.

NELSON, D. L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6ª Edição. Artmed, 2014. 1336p.

SARCINELLI, M. F., VENTURINI, K. S., SILVA, L. C. da. **Características dos Ovos**. Boletim Técnico UFES 2007.

## AVALIAÇÃO ANTIOXIDANTE E TOXICOLÓGICA DO EXTRATO AQUOSO DO CAULE DE *Mesosphaerum suaveolens* (L.) KUNTZE

### **Adrielle Rodrigues Costa**

Universidade Regional do Cariri- URCA  
Crato- CE

### **José Weverton Almeida Bezerra**

Universidade Federal do  
Pernambuco-UFPE, Recife- PE

### **Felicidade Caroline Rodrigues**

Universidade Federal  
do Pernambuco- UFPE, Recife- PE

### **Viviane Bezerra da Silva**

Universidade Regional  
do Cariri- URCA, Crato- CE

### **Danúbio Lopes da Silva**

Universidade Regional  
do Cariri- URCA, Crato- CE

### **Francisca Graciele Leite Sampaio de Souza**

Universidade Regional  
do Cariri- URCA, Crato- CE

### **Elys Karine Carvalho da Silva**

Universidade Federal  
do Pernambuco- UFPE, Recife- PE

### **Rayza Helen Graciano dos Santos**

Universidade Federal  
do Pernambuco- UFPE, Recife- PE

### **Maira Honorato de Moura Silva**

Universidade Federal do  
Pernambuco- UFPE, Recife- PE

### **Luciclaudio Cassimiro de Amorim**

Universidade Federal  
do Pernambuco- UFPE, Recife- PE

### **Adjuto Rangel Junior**

Universidade Federal  
do Rio Grande do Norte-UFRN, Natal- RN

### **Luiz Marivando Barros**

Universidade Regional  
do Cariri- URCA, Crato- CE

**RESUMO:** Os produtos naturais com potencial antioxidante vêm sendo cada vez mais estudados, devido a possível capacidade de evitar ou reparar alguns efeitos nocivos associados aos radicais livres. *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze, é uma espécie conhecida pela população nordestina que é utilizada para fins medicinais. Desta forma, objetivou-se avaliar o potencial antioxidante e toxicológico do extrato aquoso do caule de *M. suaveolens*. A avaliação da capacidade de eliminação de radicais livres do extrato foi realizada através do método DPPH, em que foi adicionado 50  $\mu$ L de extrato em diferentes concentrações (1 – 1024  $\mu$ g/mL), na sequência foram misturados com 100  $\mu$ L de DPPH a 0,3 mM em etanol, em placas de Elisa. Para a toxicidade aguda, os naúplios de *Artemia salina* foram expostos por 24 h, e as amostras testadas nas concentrações de 5-1000  $\mu$ g/mL. Os resultados demonstram que o extrato apresentou um IC<sub>50</sub> de 471,4  $\mu$ g/mL no estudo antioxidante *in vitro*. Quanto à toxicidade não

houve efeito tóxico para os organismos em nenhuma das concentrações testadas ( $CL_{50} > 1000 \mu\text{g/mL}$ ). Esses resultados contribuem para estudos envolvendo a busca de novas fontes alternativas com potenciais biológicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bamburral. DPPH. Radical livre. *Hyptis suaveolens*. Microcrustáceos

## ANTIOXIDANT AND TOXICOLOGICAL EVALUATION OF AQUEOUS EXTRACT FROM THE CAUSE OF *Mesosphaerum suaveolens* (L.) KUNTZE

**ABSTRACT:** Natural products with antioxidant potential have been increasingly studied, due to the possible ability to avoid or repair some harmful effects associated with free radicals. *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Poit. is a species well known by the population, much used for medicinal purposes. The objective of this study was to evaluate the antioxidant and toxicological potential of the aqueous extract of the stem of *M. suaveolens*. The free radical scavenging ability of the extract was assessed using the DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) method, where 50  $\mu\text{L}$  of extract was added at different concentrations (1 - 1024  $\mu\text{g} / \text{mL}$ ), sequence were mixed with 100  $\mu\text{l}$  of 0.3 mM DPPH in ethanol on Elisa plates for acute toxicity, the *A. salina* cysts were exposed for 24 h and the samples tested at concentrations of 5-1000  $\mu\text{g} / \text{ml}$ . The results show that the extract presented an  $IC_{50}$  of 471.4  $\mu\text{g} / \text{mL}$  in the antioxidant study. As for toxicity, there is no toxic effect on the organisms at any of the concentrations tested ( $LC_{50} > 1000 \mu\text{g} / \text{mL}$ ). These results contribute to studies involving the search for new alternative sources with biological potentials.

**KEYWORDS:** Bamburral. DPPH. Free radical. *Hyptis suaveolens*. Microcrustaceans

## 1 | INTRODUÇÃO

A utilização de compostos de origem vegetal sempre teve relevância para as comunidades tradicionais, com a finalidade de tratar determinadas enfermidades, isto por que os vegetais são fontes importantes de compostos bioativos (CUNHA et al., 2015; BEZERRA et al., 2017; COSTA et al., 2017; BARROS et al., 2013). A procura por estas fontes tem crescido consideravelmente nos últimos tempos, visto que as drogas à base de plantas sejam seguras e livre de efeitos colaterais (BARROS et al., 2013; LUIZE et al., 2005).

Inúmeros destes compostos tem a capacidade de combater os chamados radicais livres, aos quais são provenientes da oxidação de substâncias químicas, ocorrem naturalmente como produto das reações metabólicas, principalmente na produção de energia, ou por fatores exógenos, como por exemplo as reações ionizantes que quando presente em concentrações elevadas podem se tornar tóxicas para os organismos (VISWANAD, et al., 2011). Os radicais livres e outros oxidantes, vem sendo considerados nos últimos anos como grandes causadores de afecções (LEE

et al., 2012; SILVA et al., 2011). Logo os compostos antioxidantes têm a capacidade de proteger os sistemas biológicos contra ações danosas causadas à célula, e aos componentes celulares, por ações desses radicais (FADDA, et al., 2014; BAPTISTA et al., 2018). Uma vez que os produtos naturais com potencial antioxidante vêm sendo cada vez mais estudados, os quais podem evitar ou reparar alguns dos efeitos nocivos causados às células.

Informações científicas sobre a segurança de ervas na busca de novas alternativas no combate as doenças são altamente recomendadas, neste sentido, ensaios de toxicidade são realizados com a finalidade de avaliar possíveis efeitos danosos que os vegetais podem vir ocasionar (COSTA et al., 2018). A utilização do microcrustáceo *Artemia salina* é amplamente utilizado na avaliação preliminar de ensaios tóxicos para estimar a concentração média letal (CL<sub>50</sub>) das substâncias testadas (VENI e PUSHPANATHAN 2014). Enfatizando a questão de que esta técnica é prática, de baixo custo e livre de comitê de ética, (RUIZ et al., 2005; OUEDRAOGO et al., 2012).

Dentre os vegetais com propriedades medicinais relevantes, destacamos a *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze, antes classifica no gênero *Hyptis*, é uma espécie pertencente à Lamiaceae, conhecida pela população por "bamburral" e "alfazema-brava". A espécie se destaca por apresentar efeitos terapêuticos no tratamento de algumas enfermidades pelas comunidades tradicionais (JESUS, et al., 2013; GHAFFARI, et al., 2013). Estudos científicos com esta espécie já foram realizados para comprovar algumas atividades de relevância tais como atividade microbiológica (MOREIRA et al., 2010; SILVA et al., 2014), larvicida e repelente (CONTI et al., 2011; CONTI et al., 2012), toxicológica (BEZERRA et al., 2017). No entanto, pouco ainda se sabe quanto a sua atividade antioxidante e toxicológica do caule, a qual possa ter um resultado significativo.

A planta em estudo é utilizada pela população na forma de chá (decoção e/ou infusão), ou seja, a água é o solvente mais usado pela população (RODRIGUES et al., 2019). Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a capacidade de sequestrar radicais livres utilizando o método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), bem como avaliar a atividade toxicológica com o artrópode modelo *A. salina*, do material biológico de *M. suaveolens*: Extrato aquoso do caule da espécie.

## 2 | MATERIAS E MÉTODOS

### 2.1 Coletas do Material

O material vegetal foi coletado na Cidade de Quixelô – CE, às 09 h da manhã, nas seguintes coordenadas: Latitude -6°15'43.0056 ", longitude -39°16 '2.5926' e 193.265m ao nível do mar. Uma exsicata da planta foi selecionada e identificada por José Weverton Almeida Bezerra, sendo o exemplar da espécie depositado no Herbário

## 2.2 Preparação do Extrato de *M. suaveolens*

O material vegetal foi lavado em água corrente a fim de se retirar possíveis resquícios de sujeira, em seguida foram expostas para secar a sombra e depois diminuídas seu tamanho para se aumentar a superfície de contato com o solvente (DI STASI, 1996), foram acondicionadas em frascos de vidro devidamente autoclavados.

Para a preparação dos extratos foi utilizado como solvente água destilada fervente, após 72 horas imersas na água, foi separada a parte sólida da parte líquida e postas em frascos de vidro devidamente higienizados para serem congelados. Após este procedimento, uma vez o extrato congelado, estes foram levados ao liofilizador, para retirada da água deixando apenas o extrato bruto no final do processo, apresentando um rendimento bruto de 1,94 %.

## 2.3 Atividade Antioxidante

A avaliação da capacidade de eliminação de radicais do extrato foi realizada utilizando o radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil), conforme descrito por Kamdem et al. (2013), com algumas modificações. Foram adicionados 50  $\mu\text{L}$  de extrato em diferentes concentrações (1 – 1024  $\mu\text{g/mL}$ ) foram misturados com 100  $\mu\text{L}$  de DPPH a 0,3 mM em etanol, em placas de elisa. Em seguida, a placa foi mantida no escuro à temperatura ambiente durante 30 min sendo em seguida realizada a leitura através da monitorização da queda de absorção a 517 nm utilizando um leitor de microplacas (SpectraMax, Sunnyvale, CA, EUA). O ácido ascórbico foi utilizado como composto padrão.

## 2.4 Atividade Toxicológica

O teste de toxicidade foi realizado conforme descrito por Costa et al. (2018). Em água do mar artificialmente preparada, cistos de *A. salina* foram adicionados e submetidos à aeração constante por 24h, período necessário para a incubação das larvas. Posteriormente, o extrato foi preparado em diferentes concentrações (5-1000  $\mu\text{g mL}$ ) e 10 larvas de microcrustáceos foram subsequentemente transferidas para cada concentração. O teste foi monitorado usando um dicromato de potássio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) como controle positivo, preparado em DMSO. A leitura foi realizada após 24 horas.

## 2.5 Análise estatística

A análise estatística das médias em triplicata ( $n = 3$ )  $\pm$  EPM foi realizada por meio do One-way (ANOVA), com post-hoc de Tukey, nível de significância ( $p < 0,05$ ). O  $IC_{50}$  foi calculado para os resultados do ensaio de DPPH e a  $CL_{50}$  foi calculada por regressão linear nos ensaios de toxicidade. Todas as análises foram realizadas utilizando o software GraphPad Prism 6.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Avaliação Antioxidante pelo Ensaio de DPPH

De acordo com os resultados o extrato apresentou uma  $IC_{50}$  de  $471,4 \mu\text{g/mL}$  em comparação com o ácido ascórbico que apresentou um  $IC_{50}$  de  $77,69 \mu\text{g/mL}$ , foi possível observar uma moderada atividade antioxidante quando comparada com o controle da Vitamina C (Figura 1).  $IC_{50}$  por sua vez vem do inglês Inhibitory Concentration, que é a concentração capaz de Inibir 50%. Diante o exposto podemos afirmar que estes dados da concentração inibitoria apresentou resultados significativos no sequestro de radicais livres.

Os antioxidantes naturais vêm sendo cada vez mais estudados por pesquisadores de todo o mundo, uma vez que apresentam baixo custo e menos efeitos nocivos às células humanas. Bezerra et al. (2015), avaliando a atividade antioxidante do extrato aquoso das folhas de *M. suaveolens* verificou uma  $IC_{50}$  de 7,06. É possível observar que houve uma maior atividade de inibição/antioxidante no estudo citado, visto que é nas folhas que ocorre o metabolismo de todo o vegetal. Também destacamos o estudo de Nantitanon et al. (2007), avaliando a mesma atividade, porém com óleo essencial, que teve potencial significativo de relevância para estudos desta natureza.

Vale ressaltar que tricomas estão presentes tanto no limbo foliar quanto no caule da *M. suaveolens* e que estes tricomas são secretores de substâncias ricas em compostos que se apresentam potenciais antioxidantes, justificando o nosso estudo.

Quando os extratos vegetais são produzidos, encontramos misturas complexas de vários compostos químicos presentes nas amostras. Além do mais, sabemos que atividades biológicas são de total responsabilidade destes compostos secundários existente nos vegetais, que tem a capacidade de se ligar a outros compostos causando a inatividade, inibindo ou potencializando ações biológicas no organismo (MARQUES et al., 2016; SANTOS, 2015).

É importante destacar que as condições em que o vegetal se encontra ou até mesmo as condições de preparo de amostras para estudo, no caso os extratos vegetais, inúmeros fatores podem afetar suas atividades, citamos por exemplo reações

de oxidação que pode ocorrer, causando a potencialização ou inativação de uma atividade específica que possam apresentar. Um exemplo a ser citado é o trabalho de Harley, 1992, onde comprova que modificações químicas nos substituintes em estrutura química podem afetar determinada atividade. O autor estudando diterpenos de espécies da família Lamiaceae pode comprovar que substância com modificações químicas nos substituintes do anel C, como metoxilada, apresentou-se ser mais ativa que uma hidroxilada, que por sua vez é mais ativa que uma carbonilada, em atividades microbiológicas (HARLEY, 1992).

No caso da espécie em estudo, inúmeros trabalhos são publicados quanto à sua caracterização química. Destaca-se no óleo essencial os terpenos:  $\beta$ cariofileno, limoneno, sabineno (NANTITANON et al., 2007; KHONKARN, et al., 2010). Bezerra et al. (2017), avaliando extrato dessa espécie, cita o ácido caféico e apigenina apresentando os maiores valores de porcentagens de aparecimento. Dados afirmam que os compostos mais ativos como antioxidante destacam-se os compostos fenólicos, estes por sua vez dão ênfase ao ácido caféico, apresentando uma atividade significativa atuando consideravelmente no sequestro de radicais livres (REVIISTA-FI, 2009).

Outras espécies da família Lamiaceae apresentam potencial antioxidante frente ao radical livre estudado, dentre elas uma muito utilizada pela população, a *Melissa officinalis* (KAMDEM et al., 2013).

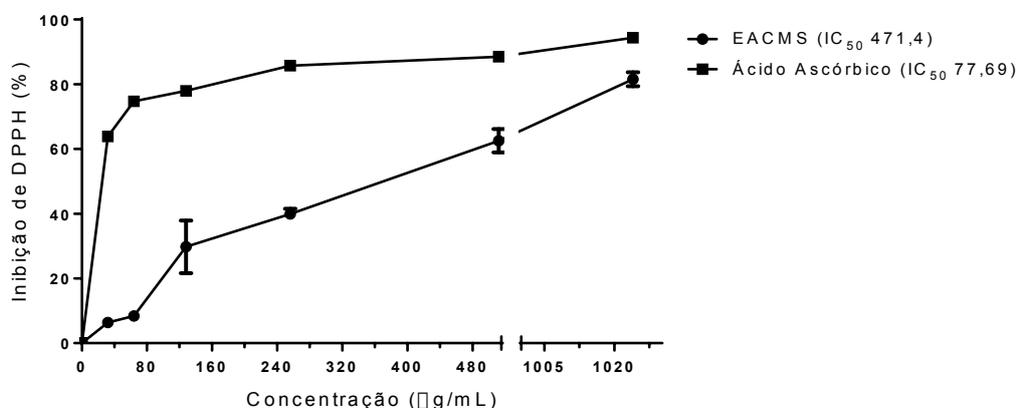


Figura 1. Inibição de radicais DPPH pelo Extrato Aquoso do Caule de *Mesosphaerum suaveolens* (EACMS). Os dados são expressos como média SEM (Erro padrão da média) de N= 4.

### 3.2 3.2 Toxicidade do Extrato Em *Artemia Salina*

A representação dos resultados toxicológicos do extrato de *M. suaveolens* estão apresentados na figura 2. Em análise, nenhum efeito tóxico foi observado quanto ao tratamento com *Artemia salina* (CL<sub>50</sub> >1000 µg/mL) em comparação com o controle positivo dicromato de potássio com CL<sub>50</sub> 54,4 µg/mL, (CL<sub>50</sub>: concentração capaz de ocasionar letalidade de 50% dos organismos em estudo) estes resultados se tornam

relevantes na busca de novas moléculas com potências biológicas e sem efeitos nocivos que possam vir ocasionar às células humanas. É importante resaltar que a poucos dados literários quanto à toxicidade desta espécie vegetal em estudo com o modelo artrópode testado.

Nos estudos de Bezerra et al. (2017), ao qual avaliou a toxicidade de *M. suaveolens* com óleo essencial e infusão das folhas com o modelo testado, obteve como resultado uma alta toxicidade para o óleo essencial ( $CL_{50}$  de 49,72  $\mu\text{g/mL}$ ) valor realmente tóxico quando comparado com o controle positivo, enquanto que a infusão ( $CL_{50} > 1000 \mu\text{g/MI}$ ) que por sua vez é a forma mais usada pela população, não apresentou efeito tóxico algum. Dados como estes visam a segurança do uso pelas comunidades que utiliza este vegetal na forma de chás (Infusão e/ou decocção).

Estudos com *Artemia salinas* são relevantes pois sua capacidade de sobreviver desafia a realidade quando estão na forma de cistos (BBC, 2015), no entanto as mesmas são utilizadas em estudos toxicológicos na forma adulta, apresentando sensibilidade tanto quanto às células humanas quando expostas a substâncias tóxicas (MOREIRA, 2013).

Vitorino et al., (2015) em seus estudos afirma que exposições prolongadas (>24h) a determinadas substâncias, no caso do seu trabalho com metais (suplementos comerciais de ferro) pode ocasionar ruptura das células ou inativação de seus processos metabólicos, uma vez que os mesmos podem hidrolisar e precipitar em meio salino, alcalino. Para David et al. (2001), substâncias obtidas de extratos de plantas que apresentam  $CL_{50} > 1000 \mu\text{g/mL}$  são consideradas inativas e aquelas com  $CL_{50} < 100 \mu\text{g/mL}$  são ativas. Afirmando também que ensaios com  $\leq 250 \mu\text{g/mL}$  podem indicar a existência de outras atividades biológicas.

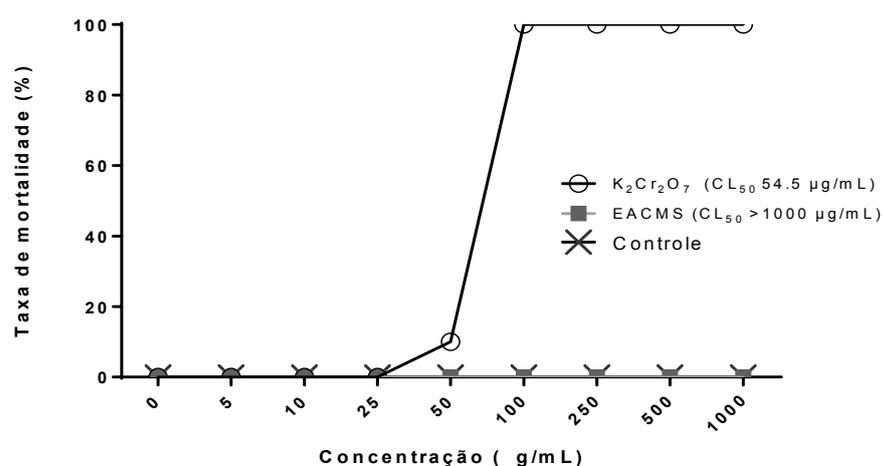


Figura 2. Taxa de mortalidade em porcentagens das *Artemia salina* em exposição ao Extrato Aquoso do Caule de *Mesosphaerum suaveolens* (EACMS). Os valores foram calculados como porcentagens relativas no controle vivo, N= 3.

## 4 | CONCLUSÃO

Esses resultados contribuem para estudos envolvendo atividade antioxidante, visto que apresentaram uma moderada atividade antioxidante e ao mesmo tempo não apresenta indícios de toxicidade no modelo de estudo testado, visto que a mesma é utilizada pela população para tratar afecções. Este é o primeiro estudo quanto à investigação da toxicidade e antioxidante desta espécie vegetal com este tipo de extrato. No entanto, novos estudos envolvendo tratamentos crônicos e o sistema de defesa antioxidante devem ser conduzidos para comprovar esta atividade.

## APOIO

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico –FUNCAP, bem como a Universidade Regional do Cariri- URCA.

## REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, A., GONÇALVES, R.V., BRESSAN, J., PELUZIO, M.C. **Antioxidant and antimicrobial activities of crude extracts and fractions of cashew (*Anacardium occidentale*), cajui (*Anacardium microcarpum*) and pequi (*Caryocar brasiliense* C).** A systematic review. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, v.37, n.5, p.55-62, 2018.
- BARROS, L., DUEÑAS, M., DIAS, M.I., SOUSA, M.J., SANTO
- BBC, In: One creature can survive for millennia in the so-called ‘Sea of Death’. 2015. Disponível em: <<http://www.bbc.com/earth/story/20151217-the-tiny-creatures-that-flew-to-the-moon-twice-and-survived>>. Acesso em 08 de abril de 2019.
- BEZERRA, J.W.A., COSTA, A.R., DA SILVA, M.A.P., ROCHA, M.I., BOLIGON, A.A., DA ROCHA, J.B.T., KAMDEM, J.P. **Chemical composition and toxicological evaluation of *Hyptis suaveolens* (L.) Poiteau (LAMIACEAE) in *Drosophila melanogaster* and *Artemia salina*.** *South African Journal of Botany*, v.113, p.437–442, 2017.
- BEZERRA, J.W.A., COSTA, A.R., SILVA, M.R.F.S., WACZUK, E.P., ROCHA, J. B.T., BARROS, L.M. **Atividade antioxidante do extrato aquoso de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Poit. (Lamiaceae).** I Semana Nacional de Ciência e Tecnologia da Região do Cariri Cearense e XVIII Semana de Iniciação Científica da URCA, 2015.
- CONTI, B., BENELLI, G., FLAMINI G, CIONI P.L., PROFETI, R., CECCARINI, L., MACCHIA, M. **Larvicidal and repellent activity of *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae) essential oil against the mosquito *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae).** *Parasitology Research*, v. 110, n.5, p.2013–2021, 2012
- CONTI, B., CANALE, A., CIONI, P.L., FLAMINI, G., RIFICI, A. ***Hyptis suaveolens* and *Hyptis spicigera* (Lamiaceae) essential oils: qualitative analysis, contact toxicity and repellent activity against *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Dryophthoridae).** *Journal of Pest Science*, v.84, n.2, p.219–228, 2011.
- COSTA, A.R., PEREIRA, P.S., SOUSA, M.K.A., RODRIGUES, F.C., MENDES, V.R.D., LIMA, K.R.R., BARROS, L.M., SOUSA, C.M.R., CAVALCANTE, A.B.L., MACEDO, R.C., KAMDEM, J.P., DUARTE, A.E. **Potential antioxidant and toxicological activity of the essential oil of**

***Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart) Schauer (Lamiaceae): morphoanatomy and polyphenolic composition of its extracts.** PHYTON (BUENOS AIRES), v.87, p.79-86, 2018.

COSTA, A.R.; SILVA, J.L., LIMA, K.R.R., ROCHA, M.I.; BARROS, L.M., COSTA, J.G.M., BOLIGON, A.A., KAMDEM, J.P., CARNEIRO, J.N.P., LEITE, N.F., MENEZES, I.R.A., DUARTE, A.E., MORAIS-BRAGA, M.F.B., COUTINHO, H.D.M. ***Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer: Chemical, toxicological activity and increased antibiotic activity of antifungal drug activity and antibacterial.** Microbial Pathogenesis, v.107, p.280-286, 2017.

CUNHA, F.A.B., WALLAU, G.L., PINHO, A.I., NUNES, M.E.M., LEITE, N.F., TINTINO, S.R., PEREIRA, A.B. ***Eugenia uniflora* leaves essential oil induces toxicity in *Drosophila melanogaster*: involvement of oxidative stress mechanisms.** Toxicology Research, v.4, p.634–644, 2015.

DAVID, J.P., SILVA, E.F., MOURA, D.L., GUEDES, M.L.S., ASSUNÇÃO, R.J., DAVID, J.M. **Lignanas e triterpenos do extrato citotóxico de *Eriope blanchetii*.** Química Nova, v.24, n.6, 730-733, 2001.

DI STASI, L.C. **Plantas medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo interdisciplinar.** Editora da Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 1996.

Disponível em: < <http://www.bbc.com/earth/story/20151217-the-tiny-creatures-that-flew-to-the-moon-twice-and-survived>>. Acesso em: 08 de abril de 2019.

FADDA, A., SERRA, M., MOLINU, M. G., AZARA, E., BARBERIS, A., SANNA, D. **Reaction time and DPPH concentration influence antioxidant activity and kinetic parameters of bioactive molecules and plant extracts in the reaction with the DPPH radical.** Journal of Food Composition and Analysis, v.35, n.2, p.112-119, 2014.

HARADA, T.N. **Correlação entre os ensaios de citotoxicidade em *Artemia salina* Leach e atividade antineoplásica sobre linhagens de células tumorais para algumas classes de produtos naturais.** Dissertação – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 212p. 2009.

HARLEY, R.M., REYNOLDS T. **Advanced in Labiatae,** Ed. Royal Botanic Gardens Kew, 140p., 1992.

KAMDEM, J.P., ADENIRANB, A., BOLIGONC, A.A., KLIMACZEWSKI A.C.V.K., ELEKOFEHINTI, D.O.E., HASSANE, W., IBRAHIMG, M., WACZUKA, E.P., MEINERZ, A.D.F., ATHAYDE, M.L. **Antioxidant activity, genotoxicity and cytotoxicity evaluation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) ethanolic extract: Its potential role in neuroprotection.** Industrial Crops and Products, v.51, p.26–34, 2013.

LEEA, W.C., MAHMUDA, R., PILLAIA, S., PERUMALA, S., ISMAILB, S. **Antioxidant Activities of Essential Oil of *Psidium guajava* L. Leaves.** APCBEE Procedia, v.2, p.86-91, 2012.

LUIZE, P.S., TIUMAN, T.S., MORELLO, L.G., MAZA, P.K., UEDA-NAKAMURA, T., FILHO, B.P.D., CORTEZ, D.A.G., MELLO, J.C.P., NAKAMURA, C.V. **Effects of medicinal plant extracts on growth of *Leishmania amazonensis* (L.) and *Trypanosoma cruzi*.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v.41, p.85-94, 2005.

MARQUES, T. S., PEREIRA, D.T.M., ABREU, A. S., SOUZA, M.A.S. **Determination of the phytochemical profile and evaluation of biological activities of extract of species *Scleronema micranthum* in the Bombacaceae Family.** Revista Fitos, v.10, n.4, p.375-547, 2016.

MOREIRA, A.C.P., LIMA, E.O., WANDERLEY, P.A., CARMO, E.S., SOUZA, E.L. **Chemical composition and antifungal activity of *Hyptis suaveolens* (L.) poit leaves essential oil against *Aspergillus* species.** Brazilian Journal of Microbiology, v.41, n.1, p.40-47, 2010.

MOREIRA, L.A.O. **Avaliação da atividade tóxica em *Artemia salina* Leah. de extrato de duas espécies da família Melastomataceae.** Monografia. IFG – Campus Anápolis/ Coordenação do curso de Química – Licenciatura em Química, 48p. 2013.

OUEDRAOGO, M.T., BAUDOUX, C., STÉVIGNY, J., NORTIER, J.M., COLET, T., EFFERTH, P.

**Review of current and “omics” methods for assessing the toxicity (genotoxicity, teratogenicity and nephrotoxicity) of herbal medicines and mushrooms.** Journal of Ethnopharmacology, v.140, p.492-512, 2012.

REVISTA-FI. In: **Antioxidantes**. 2009 Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>>. Acesso em 08 de abril de 2019.

RODRIGUES, F.C., SANTOS, A.T.L., MACHADO, A.J.T., BEZERRA, C.F., FREITAS, T.S., COUTINHO, H.D.M., BRAGA, M.F.M., BEZERRA, J.W.A., DUARTE, A. E., KANDEM, J.P., BOLIGON, A.A., CAMPOS, M.M.A., BARROS, L.M. **Chemical composition and anti-*Candida* potencial of the extracts of *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf. (Cleomaceae).** Comparative Immunology Microbiology And Infectious Diseases, v.64, p.14-19, 2019.

RUIZ, A.L.T.G., MAGALHÃES, E.G., MAGALHÃES, A.F., FARIA, A.D., AMARAL, M.C.E., SERRANO, D.R., ZANOTTI-MAGALHÃES, E.M, MAGALHÃES, L.A. **Avaliação da atividade tóxica em *Artemia salina* e *Biomphalaria glabrata* de extratos de quatro espécies do gênero *Eleocharis* (Cyperaceae).** Revista Brasileira de Farmacognisia, v.15, p.98-102, 2005.

SANTOS, D.Y.A.C. **Botânica Aplicada: metabólitos secundários na interação de planta-ambiente.** 114p., 2015.

SILVA, M., JUNIO; W., FERRARI, J., KUSANO, C. **Metabolismo Mitocondrial, Radicais Livres e Envelhecimento.** Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, v.14, n.3, p.441-451, 2011.

SILVA, V.F., FRANCO I., DAMASCENO, T.E.F., ALMEIDA, J.R.G.S., DA COSTA, M.M. **Antimicrobial potential of ethanol extracts of plants against gram-negative bacilli isolated from cervicovaginal mucosa of sheep bred in the region of Petrolina-PE.** Semina: Ciências Agrárias, v.35, n.2, p.883-890, 2014.

VENI, T., PUSHPANATHAN, T. **Comparison of the *Artemia salina* and *Artemia franciscana* bioassays for toxicity of Indian medicinal plants,** Journal Coast. Life med, v.2, p.453-457, 2014.

VISWANAD, V., ALEYKUTTY, N.A., ZACHARIA, S.M., THOMAS L. **Evaluation of Antioxidant and Free Radical Scavenging Activity of *Samadera indica* Using In vitro Models.** Pharmacognosy Journal, v.3, n.23, p.85-90, 2011.

VITORINO, H.A., MANTOVANELLI, L., ZANOTTO, F.P., ESPÓSITO, B.P. **Iron Metallodrugs: Stability, Redox Activity and Toxicity against *Artemia salina*.** PLoS ONE, v.10, n.4, p.12-19. 2015.

## EFEITO DO TAMANHO DA PARTÍCULA NA BIODISPONIBILIDADE DE COMPOSTOS FENÓLICOS E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DURANTE A DIGESTÃO *IN VITRO* DE SEMENTES DE CHIA (*Salvia Hispanica*)

### Renata A. Labanca

Departamento de Alimentos, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

E-mail: renata@bromatologiaufmg.com.br

### Marie Alminger

Departamento de Biologia e Engenharia Biológica  
Ciência Alimentar e Nutricional, Chalmers  
University of Technology, Gotemburgo, Suécia

Palavras Chave: Tamanho da partícula  
Digestão *In Vitro*; Chia (*Salvia Hispanica*);  
bioacessibilidade; ômega-3; Compostos fenólicos.

**RESUMO:** As sementes de Chia possuem alto teor de ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs), fibra alimentar e compostos fenólicos considerados como promotores da saúde. Propriedades estruturais, como a integridade botânica e o tamanho das partículas, podem afetar a estabilidade, a capacidade de extração e a disponibilidade de compostos bioativos para absorção no trato gastrointestinal. O objetivo do estudo foi comparar a liberação e estimar a bioacessibilidade de PUFAs e compostos fenólicos durante a digestão *in vitro* de sementes de chia com diferentes tamanhos de partícula. A capacidade de extração de compostos fenólicos e PUFAs foi maior em farinha de chia com menor tamanho de partícula do que em amostras com maior tamanho de partícula e sementes inteiras de chia. No entanto, as sementes de chia

que foram incluídas no estudo servem como uma fonte mais rica de compostos ômega-3 e fenólicos do que as culturas de cereais tradicionais.

s

**ABSTRACT:** Chia seeds have a high content of polyunsaturated fatty acids (PUFAs), dietary fiber, and phenolic compounds considered to have health-promoting effects. Structural properties such as botanical integrity and particle size can affect the stability, extractability, and the availability of bioactive compounds for uptake in the gastrointestinal tract. The aim of the study was to compare the release and estimate the bioaccessibility of PUFAs and phenolic compounds during *in vitro* digestion of chia seeds with different particle size. The extractability of phenolic compounds and PUFAs was higher in chia flour with smaller particle size than in samples with larger particle size and whole chia seeds. Nevertheless, chia seeds that were included in the study serve as a richer source of omega-3 and phenolic compounds than traditional cereal crops.

### INTRODUÇÃO

Estudos epidemiológicos mostraram que uma dieta balanceada, rica em frutas, vegetais e grãos, pode desempenhar um papel crucial na prevenção de doenças crônicas,

como doenças cardíacas, câncer, diabetes e doença de Alzheimer. Sugere-se que os efeitos preventivos estejam ligados à presença de fitoquímicos e fibra alimentar, e uma hipótese é que alguns fitoquímicos podem combater o estresse oxidativo no corpo ajudando a manter o equilíbrio entre oxidantes e antioxidantes. Um desequilíbrio causado pela superprodução de oxidantes pode induzir estresse oxidativo, resultando em grandes danos às biomoléculas, tais como lipídios, DNA e proteínas (Fraga et al., 1991; Wagner et al., 1992; Willet, 1994; Willet, 1995; Temple, 2000; Vauzour, 2010).

Frutas, vegetais e cereais integrais são uma fonte rica de diferentes compostos bioativos e nos últimos anos tem havido um aumento de pesquisas para identificar compostos específicos ou elementos com potenciais efeitos na saúde. De acordo com alguns estudos, o consumo de compostos bioativos presentes nos alimentos parece ter uma associação positiva com o aumento da expressão gênica de enzimas hepáticas antioxidantes, o que resulta em uma melhora na capacidade antioxidante como um todo (Kroon & Williamson, 1999; Melo & War, 2002, Yeh & Yen, 2006; Martinello et al., 2006; Ishimoto, 2008; Matsumoto et al., 2009; Vicente, 2009).

Pode-se afirmar que enquanto o consumo de alimentos ricos em compostos bioativos tem sido apontado como um fator de proteção para doenças, o consumo de suplementos por si só ainda enfrenta problemas quanto à dosagem e efetividade. Esta é a razão pela qual tem havido um crescente interesse em comer alimentos ricos em antioxidantes naturais. A principal explicação para a diferença entre essas fontes é o efeito sinérgico do antioxidante e outros compostos bioativos presentes nos alimentos. Pode haver outros fatores que ainda não foram elucidados que dão poder à ação antioxidante (Hyson, 2002; Trombino, 2004).

É importante notar que a atividade antioxidante de um composto bioativo de uma fonte natural é influenciada por vários fatores: o país ou região em que a planta cresceu, a forma em que a amostra foi satisfeita para análise, seja em pó, extrair ou como uma fracção isolada e finalmente o solvente e a técnica de extracção que tem sido utilizada (Melo & War, 2002).

Atualmente, as sementes de Chia têm sido recomendadas devido ao alto teor de proteínas, lipídios, antioxidantes e fibras alimentares. Sementes de chia tem um alto conteúdo de ácidos graxos insaturados, dos quais quase 60% são ácidos graxos ômega-3. Além disso, contêm antioxidantes naturais, como fenólicos, ácido clorogênico, ácido cafeico, licopeno, betacaroteno, alfa-caroteno, luteína, quercetina e kaempferol, que protegem os ácidos graxos poliinsaturados de sofrerem auto-oxidação rápida (Bushway et al., 1981; Ayerza, 1995; Coates & Ayerza, 1996; Ayerza & Coates, 2001; Reyes-Caudillo et al., 2008).

Um estudo recente relatou que pacientes que consumiram sementes de chia apresentaram uma redução significativa no peso, no índice de massa corporal e na circunferência da cintura. O consumo de sementes de chia leva a um aumento na proporção de ácidos graxos n-3 na dieta, o que pode levar a benefícios para a saúde da população em geral. Embora chia ainda não seja um alimento bem conhecido, sua

produção global tem aumentado nos últimos anos devido às suas propriedades de saúde e crescente popularidade (Muñoz et al., 2012).

Em 2009, as sementes de Chia foram aprovadas como alimento novo pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho Europeu, uma vez que não há evidência de efeitos adversos ou alergias causadas pelo seu consumo. Embora existam alguns estudos sobre essas sementes de chia e seus benefícios, é importante realizar mais estudos sobre sua atividade antioxidante e as características de sua oi (EFSA, 2005, Commission EU, 2009).

Embora os estudos nutricionais humanos ainda estejam sendo considerados o “padrão ouro” para investigar o destino de diferentes compostos no trato digestivo, modelos *in vitro* que simulam a digestão gastrointestinal são amplamente empregados em muitos campos das ciências alimentícias e nutricionais (Figura 1). Modelos *in vitro* apresentam certa limitação, uma vez que nem todas as condições fisiológicas podem ser simuladas, porém, as vantagens são que são relativamente baratas, rápidas e podem dar resultados reprodutíveis, permitindo a triagem de um grande número de amostras de alimentos; além disso, não possuem as considerações éticas associadas aos métodos *in vivo*. Métodos *in vitro* que simulam processos digestivos gástricos e do intestino delgado, mostraram ser ferramentas válidas para a avaliação inicial da biodisponibilidade relativa de compostos bioativos. A bioacessibilidade das principais fontes alimentares avaliadas usando um modelo modificado de digestão *in vitro* mostrou estar bem correlacionada com valores de bioacessibilidade derivados do homem (Fernández-García, Carvajal-Lérida, Pérez-Gálvez, 2009).

Vários exemplos da intervenção biotecnológica para aumentar os níveis endógenos de fitonutrientes em várias plantas de cultivo são destacados. Uma tecnologia que influenciará grandemente o futuro dos alimentos funcionais é a biotecnologia (Hasler, 2005). Um exemplo recente de culturas derivadas da biotecnologia, que têm um tremendo potencial para melhorar a saúde de milhões de pessoas em todo o mundo, inclui a soja geneticamente modificada, rica em isoflavonas. Esses grãos são geneticamente modificados para fornecer níveis aprimorados de isoflavonas que, por sua vez, podem ajudar a prevenir o câncer e, por outros, a serem cancerígenos e desreguladores endócrinos. No futuro, outros alimentos reforçados com outras substâncias nutritivas ou não nutritivas podem até mesmo ajudar a prevenir doenças crônicas, como doenças cardíacas, osteoporose ou câncer. A aceitação da biotecnologia pelos consumidores é importante para que o potencial dessa poderosa metodologia seja realizado.

O objetivo do estudo foi avaliar o impacto da moagem na bioacessibilidade de compostos fenólicos e ácidos graxos durante a digestão *in vitro* de farinhas de sementes de chia, três tamanhos diferentes de partículas. Como a moagem pode induzir oxidação lipídica, a formação de produtos de oxidação lipídica durante o armazenamento de sementes de chia moídas a diferentes temperaturas também foi medida.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Preparação da Amostra

Sementes de chia e farinha estabilizada (três lotes diferentes, 200 g cada) foram obtidas da Jasmine S.A. Brasil. Para cada tratamento, três amostras foram produzidas separadamente, produzindo três lotes independentes. As amostras foram mantidas em sacos plásticos selados em geladeira até a análise. Após o término de cada tratamento, alíquotas das amostras foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a  $-80^{\circ}\text{C}$  até a determinação do teor total e estimativa da biodisponibilidade *in vitro*. Todas as outras análises foram realizadas em amostras no dia da preparação.

### Tamanho de Partícula

A moagem em batelada foi realizada com 50 g de sementes de chia por 5, 30 e 60 s usando um moinho de café (150 W, Model 4041, Braun, México). Após cada etapa de moagem, o tamanho de partícula de cada amostra foi determinado usando peneiras com malha de tela padrão (1,60, 1,25, 0,73 e 0,50 mm) empilhadas uma na outra com a menor tela de malha na parte inferior e a maior na parte superior. Para cada passo de moagem, a amostra foi colocada no topo da tela e a pilha foi agitada mecanicamente durante 60 s utilizando um agitador de peneira vibratório vertical Fritsch motorizado (modelo Analysett-3, Idar-Oberstein, Alemanha). A tela que reteve as partículas foi removida e pesada, e a massa dos incrementos de tela individuais foi convertida em frações de massa da amostra total (Tabela 1).

Tratamento	Tempo	Tamanho Mesh (mm)			
		1.60-1.25	1.25-0.73	0.73-0.50	< 0.50
S.C. T. Medio	30	0	0	60%	40%
F.C. - Inteira	-	0.5%	99.5%	0	0
F.C. – T. grande	5	0	60%	20%	20%
F.C.– T. Medio	30	0	0	60%	40%
F.C.- T. pequeno	60	0	0	40%	60%
F. Farinha	-	0	70%	20%	10%

Tabela 1: Tamanho das partículas de cada amostra

## DIGESTÃO IN VITRO GASTROINTESTINAL

Uma versão modificada do método de digestão padronizado descrito por Minekus et al. (2014) foi usado para a digestão gastrointestinal simulada de sementes de chia moídas. O método é estático e inclui simulação da fase oral, gástrica e do intestino delgado; os fluidos com enzimas e eletrólitos usados nas diferentes etapas .

Fase oral: Sementes de chia inteiras e moídas (3g) foram misturadas com 10 ml de SSF (Simulated Salivary Fluid) em um recipiente de plástico. Após 20 min, uma amostra (1 g) foi removida para análise de umidade e a amostra da etapa oral foi dividida em três partes e novamente pesadas em tubos de plástico com tampa de rosca de 50 mL. As amostras foram misturadas com 5 mL de solução salivar de SSF com adição de alfa-amilase e incubadas por 2 min a 37 ° C em uma placa de agitação rotativa (250 rpm) (pH 7,0).

Para simular a fase gástrica, as amostras foram misturadas com 5 mL de solução gástrica SGF (Simulated Gastric Fluid) com pepsina adicionada e o pH foi ajustado para pH 3,0 ± 0,1 com 0,1 M NaHCO<sub>3</sub> ou 0,1 M HCl. As amostras foram incubadas a 37 e agitadas numa placa de agitação rotativa (250 rpm). Após 60 min de incubação, o pH foi reduzido para 3,0 com HCl a 1 M e a incubação continuou durante 60 min. Para simular a fase do intestino delgado, as amostras foram misturadas com 5 mL de SIF (Simulated Intestinal Fluid) com adição de extrato biliar e o pH foi ajustado para pH 7,0 ± 0,1 com NaHCO<sub>3</sub> 0,1 M. As amostras foram incubadas a 37 ° C e agitadas numa placa de agitação rotativa (250 rpm) durante 2 horas e depois congeladas a -80 ° C até à extração.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição de ácidos graxos foi relativamente estável durante o processo de digestão, ou seja, a porcentagem de ácidos graxos não alterou significativamente, em comparação com o perfil antes do processo de digestão. A biodisponibilidade *in vitro* de ácidos graxos ( $\omega$ -3) significativamente ( $p < 0.05$ ) aumentou de  $45,1 \pm 1,5$  para  $53,3 \pm 2,2\%$  dependendo do tamanho de partícula (maior - 5 s de moagem e médio - 30 s de moagem), respectivamente (tabela 2). Uma etapa de moagem adicional não aumentou mais a biodisponibilidades dos compostos fenólicos (por qualquer tratamento) ( $p < 0,05$ ), os resultados foram  $3,7 \pm 0,6$ ;  $4,7 \pm 0,2$ ;  $4,3 \pm 0,4$  e  $3,7 \pm 0,1$  após uma segunda etapa de trituração com 5, 30, 60 s e farinha, respectivamente.

Os ácidos graxos mais abundantes no óleo das sementes de chia foram: ácido palmítico (C16: 0), ácido esteárico (C18: 0), ácido oleico (C18: 1), ácido linoleico (C18: 2) e ácido linolênico. (C18: 3) (Tabela 2). Amostras não digeridas continham 47,4 - 51,5 mg / kg (p / p) de ômega 3, o que está de acordo com relatos anteriores de 41,7 - 49,2 mg / kg (p / p) e com valores médios em torno de 49 (TAGA et al., 1984; LABANCA et al., 2017).

O teor de ácidos graxos foi relativamente estável durante o processo de digestão. A bioacessibilidade *in vitro* de ácidos graxos (ômega 3) aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) de  $41,7 \pm 1,5$  para  $48,9 \pm 2,2\%$  para sementes de chia moídas por 5 (CL) e 30 s (CM), respectivamente. Para os outros dois tamanhos de partículas (moído 60 s [CS] e farinha estabilizada [CF]) não foi observada diferença. No entanto, todas as amostras de sementes de chia não apresentaram ômega 3 ou qualquer outro ácido graxo, indicando que não sofreram com o processo de digestão. Esta informação é muito importante, pois muitos consomem a semente sem moer.

Sementes de Chia do Brasil continham  $32,1 \pm 0,2$  g óleo / 100 g, com  $53,3 \pm 0,6$  g / 100 g de ácido linolênico. O ácido graxo total da farinha de chia foi  $32,0 \pm 0,8$  g óleo / 100 g, com  $53,7 \pm 0,7$  g / 100 g de ácido linolênico. Para chia e farinha, a porcentagem de ácidos graxos não se alterou significativamente. Os ácidos graxos (ômega-3) constituem 53% do total de ácidos graxos em sementes de chia moídas. O ácido linoléico constitui 20% do total de ácidos graxos. Além disso, o óleo de chia tem a menor quantidade de ácidos graxos saturados nutricionalmente indesejáveis e um nível mais alto de ácidos graxos monoinsaturados desejáveis.

	16:00 (%)	18:00 (%)	18:01 (%)	18:02 (%)	18:03 (%)	SAT (%)	PUFA (%)	$\Omega$ -6/ $\Omega$ -3 (ratio)
Antes da digestão	7,55 <sup>a</sup>	3,42 <sup>a</sup>	6,51 <sup>a</sup>	18,47 <sup>a</sup>	47,25 <sup>a</sup>	11,3 <sup>a</sup>	88,7 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>
F.C. - Inteira	ND	ND	ND	ND	ND	—	—	—
F.C. – T. Grande	6,23 <sup>b</sup>	3,13 <sup>b</sup>	5,96 <sup>b</sup>	16,36 <sup>b</sup>	45,46 <sup>b</sup>	9,7 <sup>a</sup>	90,3 <sup>a</sup>	0,36 <sup>b</sup>
F.C.– T. Médio	7,04 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	8,19 <sup>b</sup>	20,66 <sup>c</sup>	53,29 <sup>c</sup>	10,8 <sup>a</sup>	89,2 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>
F.C.- T. Pequeno	7,38 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	8,02 <sup>b</sup>	20,55 <sup>c</sup>	52,91 <sup>c</sup>	11,5 <sup>a</sup>	88,5 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>
F. Farinha	7,83 <sup>a</sup>	3,44 <sup>a</sup>	7,17 <sup>a</sup>	20,65 <sup>c</sup>	53,63 <sup>c</sup>	11,7 <sup>a</sup>	88,3 <sup>a</sup>	0,39 <sup>a</sup>

Tabela 2: Valores médios da composição de ácidos graxos de sementes de chia em tamanhos de partículas diferentes antes e depois da digestão in vitro

Medias (de três repetições) em uma coluna dentro de um grupo com letras diferentes mostram diferença significativa na composição de ácidos graxos ( $p < 0,05$ ), de acordo com o teste de Tukey. ND = não detectado.

## CONCLUSÃO

Os estudos indicam que a biodisponibilidade de ácidos graxos  $\omega$ -3 e compostos fenólicos em sementes de chia é aumentada pela trituração de sementes. O melhor resultado foi obtido por com tamanho de partícula  $< 0,73$  mm. No entanto, precauções precisam ser tomadas, por exemplo, a inativação da temperatura das enzimas nas sementes toda antes de moagem para evitar perdas durante o armazenamento e tratamento.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a Marie Alminger da Chalmers University, na Suécia, quem começou esta investigação no trabalho científico e a Renata Labanca, que trabalhou no projeto e o trouxe para a UFMG. Agradecimento a CAPES, que apoiou este trabalho com sua bolsa de estudos

## REFERÊNCIAS

AYERZA, R. **Oil content and fatty acid composition of Chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina.** Journal of the American Oil Chemists' Society, v.72, p.1079–1081, 1995.

AYERZA, R. COATES, W. **Omega-3 enriched eggs: The influence of dietary  $\alpha$ -linolenic fatty acid source on egg production and composition.** Canadian Journal Of Animal Science. Arizona, Tuscon 2001.

BUSHWAY, A. A., BELYA, P. R., & BUSHWAY, R. J. **Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protein.** Journal of Food Science, v.46, p.1349–1356, 1981.

COATES, W., & AYERZA (H), R. **Production potential of chia in north-western Argentina.** Industrial Crop Production, 5, p.229 e 233, 1996.

COMMISSION EU. **Commission Decision of 13 October 2009 authorizing the placing on the market of Chia seed (*Salvia hispanica*) as novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council** (OJ L 294, 11.11.2009, p. 14).

EFSA (European Food Safety Authority), 2005. **Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the safety of Chia (*Salvia hispanica* L.) seed and ground whole Chia seed as a novel food ingredient intended for use in bread** (Request N° EFSA-Q-2005-059) (adopted on 5 October 2005). *The EFSA Journal* 278: 1-12.

FERNÁNDEZ-GARCÍA E., CARVAJAL-LÉRIDA I., PÉREZ-GÁLVEZ A. In vitro ioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutr Res* 2009; 29: 751-60.

FRAGA, C. G.; MOTCHNIK, P. A.; SHIGENAGA, M. K.; HELBOCK, H. J.; JACOB, R. A.; AMES, B. N. **Ascorbic acid protects against endogenous oxidative DNA damage in human sperm.** *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 88, p.11003-11006, 1991.

HASLER, C.M., (Ed.). **Regulation of functional foods and nutraceuticals.** 1st. ed. Iowa: Blackwell, 2005. 411p.

HYSON, D. **The health benefits of fruits and vegetables: a scientific overview for health professionals.** Wilmington, DE: Produce for Better Health Foundation, 20p., 2002.

ISHIMOTO EY. **Atividade antioxidante *in vitro* em vinhos e sucos de uva.** São Paulo, 2008. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo/USP].

KROON, P. A.; WILLIAMSON, G. **Hydroxycinnamates in plant and food: current and future perspectives.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 79, n. 3, p. 355-361, 1999.

LABANCA, R. A.; SVELANDER, C.; ELIASSON, L.; ARAÚJO, R.L.B.; AHRNÉ, L.; ALMINGER, M. Supercritical carbon dioxide extraction and conventional extraction of chia seed oils: chemical composition and lipid oxidation. *International Journal of Research*, v. 4, n.10, p. 563-572, 2017.

MARTINELLO F, SOARES SM, FRANCO JJ, SANTOS AC, SUGOHARA A, GARCIA SB, CURTI C,UYEMURA AS. **Hypolipemic and antioxidant activities from *Tamarindus indica* L.pulp fruit extract in hypercholesterolemia hamsters.** *Food Chem Toxicol*, 44:810-18, 2006.

MATSUMOTO RLT, BASTOS DHM. **Effects of Mateé Tea (*Ilex paraguariensis*) Ingestion on mRNA Expression of Antioxidant Enzymes, Lipid Peroxidation, and Total Antioxidant Status in Healthy Young Women.** *J Agric Food Chem*;57:1775-80, 2009.

MELO, E.A.; GUERRA; N.B. **Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos.** *Bol. SBCTA*, Campinas, v. 36, n. 1, p. 1-11, jan-jun., 2002.

MINEKUS, M., ALMINGER, M., ALVITO, P., BALLANCE, S., BOHN, T., BOURLIEU, C., ... BRODKORB, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food-an international consensus.

- MUÑOZ, L. A.; COBOS, A.; DIAZ, O.; AGUILERA, J. M. **Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and e hydration.** *Journal of Food Engineering*, v. 108, p. 216 – 224, 2012.
- TAGA, M.S., MILLER, E.E., PRATT, D.E. **Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants.** *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61, 928–931, 1984.
- TEMPLE, N. J. **Antioxidants and disease: More questions than answers.** *Nutr. Res*, 20, p. 449-459, 2000.
- TROMBINO, S. **Acid in isolated membranes and intact cells: synergistic interactions with  $\beta$ -tocopherol  $\beta$ -carotene and ascorbic acid.** *J. Agric. Food Chem.*, v.52, n.8, p.2411-2420, 2004.
- VICENTE S.J.V. **Caracterização antioxidante do café (*Coffea Arabica*, L) e efeitos da sua administração oral em ratos.** São Paulo, 2009. [Tese de Doutorado – Faculdade de Saúde Pública - Universidade de São Paulo/USP].
- VAUZOUR, David; RODRIGUEZ-MATEOS, Ana; CORONA, Giulia; CONCHA-ORUNA, Maria José; SPENCER, Jeremy P.E. **Polyphenols and Human Health: Prevention of Disease and Mechanisms of Action.** *Nutrients*, 2, 1106-1131, 2010.
- WAGNER, J. R.; HU, C.; AMES, B. N. **Endogenous oxidative damage of deoxycytidine in DNA.** *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 89, p. 3380-3384, 1992.
- WILLET, W. C. **Diet and Health: what should we eat.** *Science*, 254, 532-537, 1994.
- WILLET, W. C. **Diet, Nutrition, and avoidable cancer.** *Environ. Health Perspect.*, v.103 (suppl 8), p. 165-170, 1995.
- YEH CT, YEN GC. **Induction of hepatic antioxidant enzymes by phenolic acids in rats is accompanied by increased levels of multi-drug resistance-associated to protein 3 mRNA expressions.** *Journal Nut*;136:11-5, 1996.

## IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS VOLÁTEIS DE *Ocimum* sp. E DETERMINAÇÃO DO SEU POTENCIAL ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO RADICAL ABTS

### **Carla Larissa Costa Meira**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Departamento de Ciências e  
Tecnologias. Jequié – BA

### **Juliana Lago Leite**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Departamento de Ciências e Tecnologias  
Jequié – BA

### **Vilisaimon da Silva de Jesus**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Departamento de Ciências e  
Tecnologias. Jequié – BA

### **Djalma Menezes de Oliveira**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Departamento de Ciências e Tecnologias  
Jequié – BA

### **Rosane Moura Aguiar**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,  
Departamento de Ciências e  
Tecnologias. Jequié – BA

**RESUMO:** O gênero *Ocimum*, pertencente à família Lamiaceae, compreende mais de 64 espécies herbáceas e subarbustivas encontradas em regiões tropical e subtropical da África, América Central e do Sul. As plantas deste gênero são conhecidas popularmente, como alfavaca e manjerição, representando uma rica fonte de óleos essenciais, empregados na indústria alimentícia, na perfumaria e na

fabricação de cosméticos. A maioria dessas espécies são historicamente empregadas na medicina popular contra tosses, dores de cabeça e bronquite, além do uso para tratamento de reumatismos e paralisias. Estudos das atividades farmacológicas de *Ocimum gratissimum*, permitiram a sua inserção na Relação Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, criada pelo Ministério da Saúde do Brasil. Sendo assim, este trabalho visa a determinação dos constituintes químicos voláteis de *Ocimum* sp. e a determinação do seu potencial antioxidante frente ao sequestro do cátion radical ABTS. A coleta do espécime em estudo foi realizada na região de Poço Dantas, localizada no município de Jequié – BA (sob identificação HUESB). O óleo essencial das folhas de *Ocimum* sp. foi obtido por hidrodestilação num aparelho de *Clevenger* modificado. A identificação dos seus constituintes voláteis foi realizada por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) por comparação com índices de retenção de padrões de hidrocarbonetos e pelas análises dos respectivos espectros de massas. O estudo dos constituintes voláteis de *Ocimum* sp. permitiu a identificação de 10 constituintes químicos, sendo os 4 majoritários: limoneno, cânfona, *trans*-p-menta-2,8-dien-1-ol e *cis*-p-menta-2,8-dien-1-ol, pertencentes à classe dos monoterpenos, totalizam 78,85%

da composição total do óleo essencial. A atividade de sequestro do radical ABTS, expressa em  $\mu\text{mol}$  de Trolox/g de amostra, foi calculado através da equação da reta de uma curva padrão de Trolox. O óleo essencial de *Ocimum* sp. apresentou 194,01  $\mu\text{mol}$  de Trolox/g, frente ao padrão BHT 4.125  $\mu\text{mol}$  de Trolox/g. A atividade antioxidante frente ao sequestro do cátion radical ABTS determinou considerável concentração de equivalentes de Trolox/g, com valores bem próximos aos relatados na literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ocimum* sp., atividade antioxidante, monoterpeno

## IDENTIFICATION OF THE VOLATILE CHEMICAL CONSTITUENTS OF *Ocimum* sp. AND DETERMINATION OF ITS ANTIOXIDANT POTENTIAL BY THE ABTS RADICAL METHOD

**ABSTRACT:** The genus *Ocimum*, belonging to the Lamiaceae family, comprises more than 64 herbaceous and sub-shrub species in tropical and subtropical regions of Africa, Central and South America. Plants of this genus are known, such as “alfavaca” and “manjeriçã”, representing a rich source of essential oils, the food industry and the production of cosmetics. The popular forms of drug use are historically employed in folk medicine, headaches and bronchitis, in addition to treatment for rheumatism and paralysis. Studies of the pharmacological activities of *Ocimum gratissimum* allowed its insertion in the National Relation of Medicinal Plants and Phytotherapics, created by the Brazilian Ministry of Health. Therefore, this work aims at the determination of the volatile compounds of *Ocimum* sp. and its antioxidant potential against ABTS radical cation sequestration. The specimen was collected in the Poço Dantas region, located in the municipality of Jequié - BA (under identification HUESB). The essential oil of the leaves of *Ocimum* sp. was obtained by hydrodistillation in a modified Clevenger apparatus. The identification of its volatile constituents was performed by Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC-MS) by indication with retention of hydrocarbon standards and by the respective doses of its mass spectra. The study of the volatile constituents of *Ocimum* sp. The 10 chemical constituents were identified, the 4 main ones being limonene, canfona, *trans*-p-menta-2,8-dien-1-ol and *cis*-p-menta-2,8-dien-1-ol, belonging to the class of monoterpenes, total 78.85% of the total essential oil composition. A sequestering activity of the ABTS radical, expressed in  $\mu\text{mol}$  Trolox/g sample, was calculated by the equation of the line of a standard Trolox curve. The essential oil of *Ocimum* sp. presented 194.01  $\mu\text{mol}$  of Trolox/g, compared to the BHT standard of 4125  $\mu\text{mol}$  of Trolox/g. An antioxidant activity against the ABTS radical cation sequestration determined the amount of Trolox/g equivalents, with values very similar to those reported in the literature.

**KEYWORDS:** *Ocimum* sp., antioxidant activity, monoterpene

## 1 | INTRODUÇÃO

Associada à grande contribuição histórica do uso das diversas espécies vegetais, estudos científicos evidenciam que as plantas compreendem uma rica fonte de

substâncias bioativas de grande aplicabilidade, tanto na investigação de substâncias com potencial farmacológico, quanto no setor de nutrição e condimentos.<sup>1</sup>

O estudo da composição química de amostras vegetais implica numa investigação de matrizes com grande complexidade, devido à presença dos diferentes compostos químicos, pertencentes aos diversos grupos dos metabólitos secundários. Estes, por sua vez, abrangem substâncias de grande variabilidade estrutural, tais como terpenos, lignanas, alcaloides, flavonoides e polifenóis, as quais são atribuídas atividades antioxidante, anti-inflamatória, antifúngica, bactericida, entre outras. As classes de substâncias produzidas, bem como os seus respectivos percentuais, estão diretamente ligadas a fatores ambientais, nutritivos ou fisiológicos, o que dá origem a possível origem de quimiotipos dentro de uma mesma espécie.<sup>1</sup>

Na investigação dos constituintes químicos e compostos bioativos são empregados procedimentos de separação a fim de isolar, de acordo com as propriedades físico-químicas, as diferentes classes de compostos. Com isso, o estudo de uma planta medicinal dá-se por meio da análise dos constituintes de baixo peso molecular e voláteis, que estão presentes nos óleos essenciais, e àqueles de alto peso molecular e não-voláteis, presentes nos extratos orgânicos.

O gênero *Ocimum*, pertencente à família Lamiaceae, compreende mais de 64 espécies herbáceas e subarborescentes encontradas em regiões tropical e subtropical da África, América Central e do Sul. As plantas deste gênero são conhecidas popularmente, como alfavacas e manjericões, representando uma rica fonte de óleos essenciais, empregados na indústria alimentícia, na perfumaria e na fabricação de cosméticos.<sup>2</sup> A maioria dessas espécies são historicamente empregadas na medicina popular contra tosses, dores de cabeça e bronquite, além do uso para tratamento de reumatismos e paralisias, além das atividades bactericida, larvicida e repelente de insetos. Estudos das atividades farmacológicas de *Ocimum gratissimum*, permitiram a sua inserção na Relação Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, criada pelo Ministério da Saúde do Brasil.<sup>3</sup>

As plantas desse gênero apresentam grande variabilidade no perfil químico e ação biológica de seus óleos essenciais. Tem-se reportado a ação antioxidante, germicida, fungicida, antimalarial e repelente de insetos. A composição química diversificada garante as diferenças nas potencialidades e aplicabilidades do óleo essencial dessas espécies. Registra-se a ocorrência de dos constituintes químicos: metil chavicol, linalol, metil eugenol e metil cinnamato, para a espécie *Ocimum brasiliicum*, com ação antifúngica.<sup>4</sup> Porém variações de região de cultivo permitiu identificar um perfil químico para *O. brasiliicum* formado por: limoneno, borneol e geranal, com ação inibidora sobre  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase. Outras publicações apresentam o quimiotipo para *O. gratissimum* cuja composição majoritária é o linalol / eugenol e linalol / metil chavicol.<sup>5,6</sup> O óleo essencial de *O. gratissimum* com uma composição química identificada por limoneno, trans-anetol, citronela e linalol demonstraram ação inseticida, frente a *Spodoptera frugiperda*.<sup>7</sup>

Os estudos sobre radicais livres e o desenvolvimento de novos métodos para avaliação de atividade antioxidante (AA) tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. As descobertas do efeito deletério dos radicais livres sobre as células e sua relação com certas doenças, agindo como causador ou agravante, impulsionou a busca por novas substâncias capazes de prevenir ou minimizar os danos oxidativos às células vivas. Existem diversos métodos para avaliar a atividade antioxidante *in vitro* de substâncias biologicamente ativas, envolvendo desde ensaios químicos com substratos lipídicos a ensaios mais complexos utilizando as mais diversas técnicas instrumentais.<sup>8</sup>

Um dos métodos espectrofotométrico de avaliação do potencial antioxidante baseia-se na geração do cátion radical ABTS<sup>•+</sup> pela oxidação do ABTS (2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) pelo persulfato de potássio, seguido de sua redução na presença de um antioxidante doador de hidrogênio (**FIGURA 1**). A influência da concentração do antioxidante e de seu potencial redutor durante a reação, resulta na descoloração da solução e consequente diminuição da absorvância a 734 nm. O que permite avaliar o potencial antioxidante de amostras de origem vegetal.

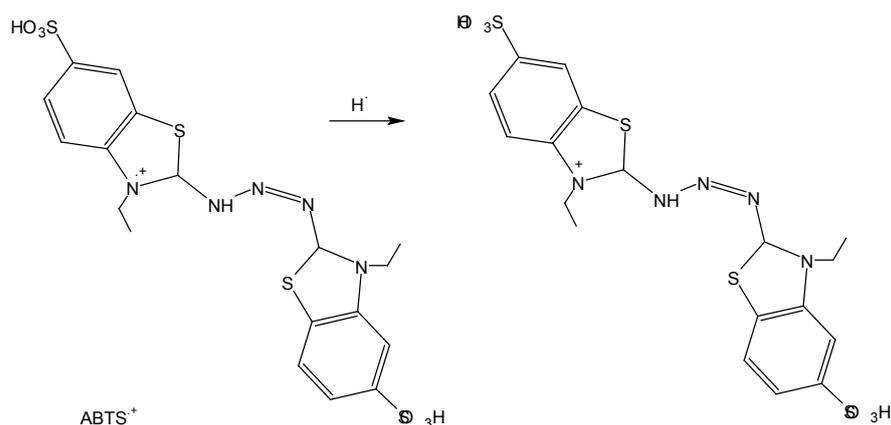


FIGURA 1. Reação de redução do cátion radical ABTS

Sendo assim, este trabalho visa a identificação dos constituintes químicos voláteis de *Ocimum* sp. por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM), bem a determinação do seu potencial antioxidante frente ao sequestro de cátion radical ABTS.

## 2 | METODOLOGIAS APLICADAS PARA A EXTRAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES VOLÁTEIS E DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL ANTIOXIDANTE

A coleta do espécime em estudo foi realizada na região de Poço Dantas, localizada no município de Jequié – BA. Uma exsiccata foi depositada no Herbário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. A espécie ainda se encontra em processo de identificação. O óleo essencial das folhas de *Ocimum sp* foi obtido por

hidrodestilação, num aparelho de Clevenger modificado.

A análise dos seus constituintes voláteis foi realizada por CG-EM, numa coluna OV-5 e carreador de gás hélio, atuando com fluxo de 1,19mL/min com temperatura do injetor = 220 °C e do detector = 280 °C, empregando-se a temperatura inicial de 40°C e temperatura final de 280 °C. A identificação foi realizada por comparação com índices de retenção de padrões de hidrocarbonetos (C8-C24) e pelas análises dos respectivos espectros de massas (NIST-14).

A atividade antioxidante do óleo essencial das folhas de *Ocimum sp.* foi determinada através da captura do cátion radical ABTS, conforme descrição de metodologia<sup>4</sup>. Utilizou-se o trolox como padrão antioxidante e os resultados foram expressos em termos da capacidade antioxidante do composto equivalente ao trolox, expresso em valor de TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity - capacidade antioxidante total do composto equivalente ao trolox). A solução do cátion radical foi preparada pela reação do ABTS 3,5 mM com persulfato de potássio 140 mM. Para completa reação e estabilização do radical, a solução radical ABTS permaneceu ao abrigo de luz, à temperatura ambiente, por um período de 16 horas. Diluiu-se a solução de ABTS em etanol até obter uma absorbância de  $0,7 \pm 0,05$  a 734 nm. A curva de calibração do padrão trolox foi feita nas concentrações de 1000, 750, 500, 250, 100, 10 e 1  $\mu$ M. As concentrações utilizadas para construção da curva de calibração para capacidade antioxidante da amostra foram feitas nas concentrações de 100, 10 e 1  $\mu$ g/mL.<sup>9</sup>

Em ambiente escuro foi transferida uma alíquota de 30  $\mu$ L de cada solução padrão, para tubos de ensaio e adicionados 3,0 mL da solução do cátion radical ABTS. As absorbâncias foram medidas a 734 nm após 6 min de reação, utilizando-se o etanol como branco. Realizou-se o mesmo procedimento para as soluções contendo o óleo essencial. A atividade em capturar o cátion radical ABTS foi expressa em  $\mu$ M trolox/g óleo essencial, obtida a partir das equações das retas das curvas: concentração de trolox versus absorbância e concentração da amostra versus absorbância.<sup>9</sup>

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extração do óleo essencial apresentou o rendimento de 3,5%, em relação à massa de folhas empregadas no processo. O rendimento observado para o óleo essencial das folhas de *O. selloi*, nativa do Brasil, entre 0,2 a 0,25% e para *O. gratissimum*, o rendimento varia entre 0,6 e 1,0%.<sup>10</sup>

A análise do cromatograma de íons totais, **FIGURA 2**, permitiu a identificação de dez constituintes, destacando-se os quatro majoritários, representados na **TABELA 1**.

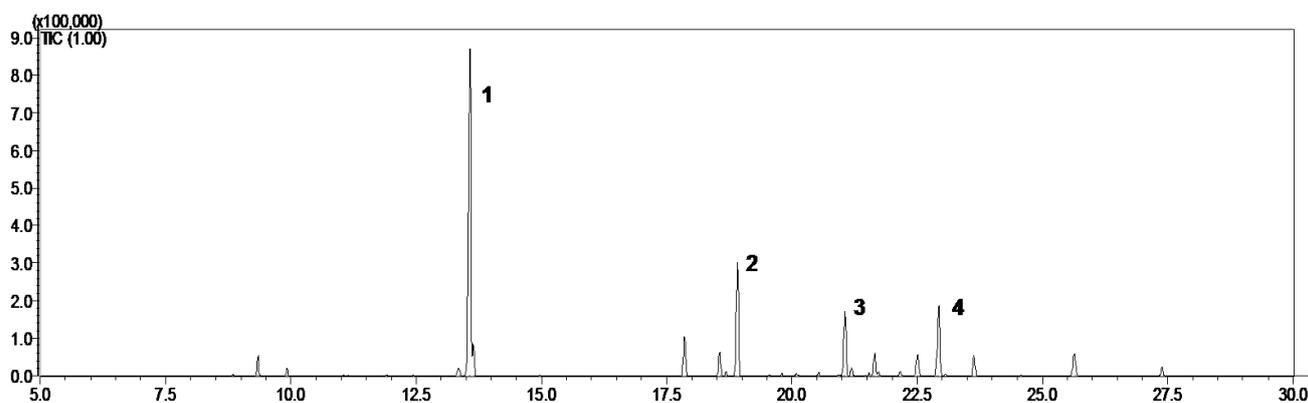


FIGURA 2. Cromatograma de íons totais do óleo essencial de *Ocimum sp.*

Nome	Estrutura	IK <sup>1</sup>	%A <sup>2</sup>	%S <sup>3</sup>
Limoneno		1042	44.89	80
<i>Trans-p</i> -Menta-2,8-dien-1-ol		1054	8.78	95
<i>Cis-p</i> -Menta-2,8-dien-1-ol		1022	9.64	96
Cânfora		1074	15.54	95

TABELA 1. Constituintes majoritários presentes no óleo essencial de *Ocimum sp.*

1. Índice de Kovats calculado. 2. Percentual em área relativo. 3. Percentual de similaridade biblioteca NIST 14.

A análise da composição química correlaciona-se ao registrado para o *Ocimum americanum* que, assim como a espécie em estudo, é rica em monoterpenos, monoterpenos oxigenados, sesquiterpenos, compostos alifáticos e fenilpropanoides.<sup>6</sup> Esta, por sua vez, apresenta como constituintes majoritários o limoneno (24,0%), linalol (10,6%), (E)-cinamato de metila (17,0%) e carvona (8,6%). Sinalizando, a espécie em estudo, como um possível quimiotipo da espécie.

A **TABELA 2** apresenta uma comparação entre os constituintes químicos de *Ocimum sp.* e *O. americanum*, evidenciando a similaridade na composição química das duas espécies. Vale ressaltar que o *O. americanum* é a única espécie do gênero

que apresenta o limoneno como constituinte majoritário, reforçando o direcionamento para a elucidação da espécie em estudo.

Constituintes	<i>Ocimum</i> sp.	<i>O. americanum</i>
Limoneno	44.89	24,00
Eucaliptol	4.00	Ausente
<i>Trans-p</i> -Mentha-2,8-dien-1-ol	8,78	Ausente
<i>Cis-p</i> -Mentha-2,8-dien-1-ol	9,64	Ausente
(-)-Cânfora	15.54	0,1
<i>Trans</i> -Carveol	2.97	0,5
Carvona	2.84	8,6
Acetato de bornila	2.79	Traços

TABELA 2. Comparação da constituição química do óleo essencial de *Ocimum* sp. e *O. americanum*<sup>11</sup>

O espectro de massas da **FIGURA 3**, traz dados espectrométricos do pico de maior intensidade no cromatogramas de íons totais, referente ao composto limoneno, evidenciado pela presença do íon molecular  $m/z$  136. Observa-se no espectro mostra ainda o pico em  $m/z$  121, referente à perda do grupo metila, enquanto que o pico em  $m/z$  93, pode ser decorrente da estrutura  $C_7H_9^+$  que é formada por isomerização, seguida de clivagem alílica. O aparecimento do pico em  $m/z$  67 é atribuído ao fragmento  $C_5H_7^+$  resultante de clivagem alílica, enquanto que o pico em  $m/z$  68 ( $C_5H_8^+$ ), pode ser decorrente da quebra das ligações carbono-carbono semelhantemente à reação retro *Diels-alder*, o qual é comum em alquenos cíclicos, sendo que resulta ainda numa molécula neutra, conforme demonstrado na **FIGURA 4**.<sup>12</sup>

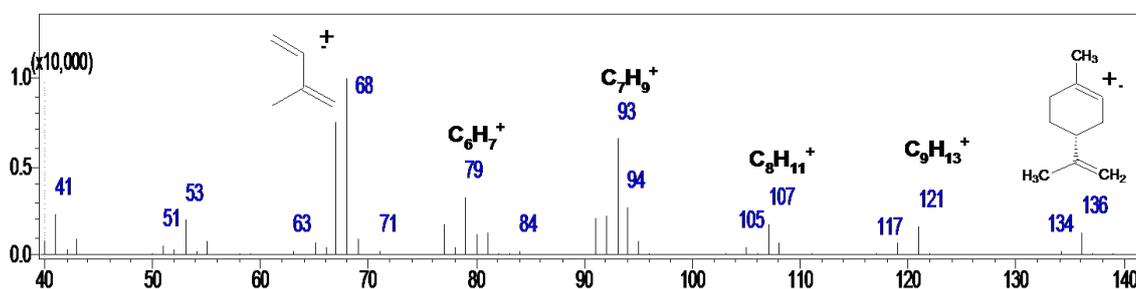


FIGURA 3. Espectro de massas do constituinte majoritário: Limoneno.

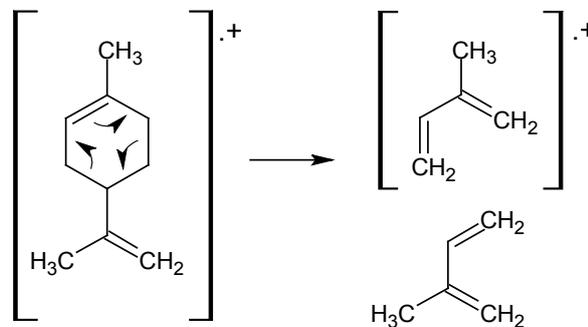


FIGURA 4. Sugestão de fragmentação EM do limoneno por retro Diels-Alder.

A atividade de sequestro do cátion radical ABTS, **FIGURA 5**, expressa em  $\mu\text{mol}$  de Trolox/g de amostra, foi calculado através da equação da reta de uma curva padrão de Trolox. O óleo essencial de *Ocimum sp.* apresentou 194,01  $\mu\text{mol}$  de Trolox/g, frente ao padrão BHT 4.125  $\mu\text{mol}$  de Trolox/g, em comparação ao dado da literatura onde para o óleo essencial de *O. basilicum* observa-se um potencial antioxidante de 10,8 mmol de trolox/g. O óleo essencial de *O. americanum*, com uma composição química similar ao encontrado neste trabalho foi relatada com efeito inibitório sobre a germinação de sementes e desenvolvimento de plantas competidoras.<sup>13</sup>

#### 4 | CONCLUSÃO

O estudo dos constituintes voláteis de *Ocimum sp.* permitiram a identificação de 10 constituintes químicos, sendo que os 4 majoritários, pertencentes à classe dos monoterpenos, totalizam 78,85% da composição total do óleo essencial. A atividade antioxidante frente ao sequestro de cátion radicais ABTS determinou considerável concentração de equivalentes de Trolox/g, com valores bem próximos aos relatados na literatura.

#### REFERÊNCIAS

1. ALBUQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. 1998. Etnobotânica del gênero *Ocimum L.* (Lamiaceae) en las comunidades afrobrasileñas. Anales del Jardín Botánico de Madrid. v. 56, n. 1, p. 107-118, 1998.
2. BRASIL, Ministério da Saúde. (**SUS RENISUS**). Disponível em: <http://www.plantasmedicinaisfitoterapia.com/plantas-medicinais-do-sus.html>> Acessado em: 10 de jun de 2016.
3. ARIF, J. M.; AL-HAZZANI, A. A.; KUNHI M.; AL-KHODAIRY F. Journal of Biomedicine and Biotechnology, v. 2, p. 93-98, 2004.
4. ABHILASHA, S. A.; GUPTAA, A. K.; SARKARA, S.; LALB, R. K.; YADAV, A.; GUPTA, P.; CHANOTIYAC, C. S. Genetic and chemotypic variability in basil (*Ocimum basilicum L.*) germplasm towards future exploitation. Industrial Crops & Products, v. 112, p. 815–820, 2018.
5. ADEMILUYI, A. O.; OYELEYE, S. I.; OBOH, G. Biological activities, antioxidant properties and phytoconstituents of essential oil from sweet basil (*Ocimum basilicum L.*) leaves. Comparative Clinical

Pathology, v. 25, p. 169–176, 2016.

6. CRUZ, G. S.; TEIXEIRA, W. V.; SILVA, L. M.; DUTRA, K. A.; GUEDES, C. A. Chemical Composition and Insecticidal Activity of the Essential Oils of *Foeniculum vulgare* Mill., *Ocimum basilicum* L., *Eucalyptus staigeriana* F. Muell. ex Bailey, *Eucalyptus citriodora* Hook and *Ocimum gratissimum* L. and Their Major Components on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, v. 20, p. 1360-1369, 2017.

7. MAROTTI, M.; PICCAGLIA, R.; GIOVANELLI, E.; Differences in Essential Oil Composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Italian Cultivars Related to Morphological Characteristics. *J. Agric. Food Chem.*, v. 44, p. 3926–3929, 1996.

8. SÁNCHEZ-MORENO, C. Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity of foods and biological systems. *Food Science and Technology International*. v. 8, p. 121, 2002.

9. NENADIS, N.; WANG, L.F.; TSIMIDOU, M. ZHANG, H.Y. Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS·+ assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.52, p. 4669-4674, 2004.

10. MORAES, L. A. S.; FACANALI, R.; MARCIA ORTIZ M. MARQUES, M. O. M.; MING, L. C.; MEIRELES, M. A. A. Phytochemical characterization of essential oil from *Ocimum selloi*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 74, p. 183–186, 2002.

11. SOUZA FILHO, A. P. S.; BAYMA, J.C.; GUILHON, G. M. S. P.; ZOGHBI, M. G. B. Planta Daninha, v. 27, n. 3, p. 499-505, 2009.

12. SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. Identificação espectrométrica de compostos orgânicos. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 490, 2007.

## INFLUÊNCIA DA SECAGEM COM PRÉ-TRATAMENTO DE ULTRASSOM NA COLORAÇÃO DE FOLHAS DE ALECRIM-PIMENTA

### **Naiara Cristina Zotti Sperotto**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Michelle Izolina Lopes de Souza**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Evandro de Castro Melo**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Mariane Borges Rodrigues de Ávila**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Diego Augusto Gonzaga**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Maira Christina Marques Fonseca**

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) Viçosa – MG

### **Juliana Maria de Oliveira**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Ana Cláudia Vieira Lelis**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do pré-tratamento com banho de ultrassom na variação da cor verde das folhas de *Lippia origanoides*, tendo como fonte de aquecimento do ar de secagem uma bomba de calor. Para a secagem, utilizou-se um secador

de bandejas com temperatura e velocidade do ar de secagem mantidos em 40 °C e 0,8 m s<sup>-1</sup>, respectivamente. Foram avaliados sete tempos de exposição às ondas ultrassônicas (0, 3, 5, 10, 15, 20 e 30 min), com 3 repetições cada. Para cada tratamento e repetição foram utilizadas 200 g de folhas frescas inteiras. Para avaliar o efeito das ondas ultrassônicas e da secagem sobre a coloração das folhas, realizaram-se leituras com colorímetro antes e após a secagem, sendo três replicatas para cada repetição. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. A avaliação da variação do valor da coordenada a\* em função dos pré-tratamentos aplicados em comparação com o tratamento sem ultrassom, foram realizados através do teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa para análises estatísticas ASSISTAT. O tempo de 5 min foi recomendado como pré-tratamento de secagem, pois preservou a cor verde das folhas da espécie estudada.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lippia origanoides*, qualidade, propriedades físicas.

### INFLUENCE OF DRYING WITH ULTRASOUND PRETREATMENT IN THE COLORATION OF ROSEMARY LEAVES

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the influence of ultrasonic bath pretreatment on the variation of the green color of

the leaves of *Lippia origanoides*, with a heat pump as the heating air source. For the drying, a dryer of trays was used with drying air temperature and velocity maintained at 40 °C and 0.8 m s<sup>-1</sup>, respectively. Seven times of exposure to the ultrasonic waves were evaluated (0, 3, 5, 10, 15, 20 and 30 min), with 3 repetitions each. For each treatment and repetition 200 g of fresh leaves whole were used. To evaluate the effect of the ultrasonic waves and of the drying on the coloring of the leaves, were carried out readings with colorimeter before and after drying, being three replicates for each repetition. The experimental design was a completely randomized design. The evaluation of the variation of the a\* coordinate value as a function of the pre-treatments applied in comparison to the treatment without ultrasound were performed using the Dunnett test, at 5% probability, with the aid of the ASSISTAT statistical analysis program. The time of 5 min was recommended as drying pretreatment, because it preserved the green color of the leaves of the studied specie.

**KEYWORDS:** *Lippia origanoides*, quality, physical properties.

## 1 | INTRODUÇÃO

A *Lippia origanoides* Kunth (Verbenaceae), popularmente conhecida como alecrim-pimenta, nativa do Nordeste do Brasil, apresenta porte arbustivo, ereto, com muitas ramificações, podendo atingir até três metros de altura. Seu óleo essencial é rico em timol e carvacrol, que apresenta grande potencial antifúngico e antibacteriano (LEMOS et al., 1990; LACOSTE et al., 1996; MELO et al., 2011). Na medicina popular, é utilizado como antisséptico tópico na pele e membranas mucosas, em ferimentos de picadas de insetos e contra dores de garganta (LEMOS et al., 1990).

A utilização de plantas medicinais para fins curativos é utilizada desde os primórdios da civilização humana. Em muitos casos, onde não se tinha acesso ou não existiam ainda medicamentos sintéticos, a utilização de plantas medicinais era a única alternativa para a cura de enfermidades. Muitas vezes, seu uso era baseado em conhecimentos empíricos, o que gerou a necessidade de estudos mais aprofundados dessas espécies, para conhecimento de seu real poder curativo.

De acordo com Organização Mundial da Saúde, cerca de 80% da população mundial já fez uso de alguma espécie medicinal no tratamento de alguma doença (OMS, 1979). O fato de serem tão eficazes quanto os medicamentos sintéticos explica a utilização e a crescente procura pelos medicamentos fitoterápicos, com a vantagem de apresentarem menos contraindicações e efeitos colaterais (LORENZI e MATOS, 2008).

Logo, a crescente demanda por produtos naturais requer maiores cuidados com as plantas após a colheita, visando oferta regular de matéria-prima de qualidade terapêutica para a indústria farmacêutica e para os consumidores (CORRÊA et al., 2004). Assim, a secagem é uma etapa indispensável, uma vez que reduz o teor de água, diminuindo, portanto, a proliferação de microrganismos e mantendo a qualidade

física e química das plantas por períodos mais longos (MUJUMDAR, 2007; CHIN & LAW, 2011).

Diante da importância da secagem para as plantas medicinais, esse processo deve ser realizado de forma adequada para a manutenção da qualidade dos princípios ativos (OLIVEIRA et al., 2013). No entanto, a secagem de plantas medicinais no Brasil é comumente realizada na sombra, sol ou em estufas, o que implica em pouco ou nenhum controle dos fatores como temperatura, umidade relativa do ar de secagem e vazão de ar, que são variáveis imprescindíveis para a realização do processo sob índices de qualidade. É importante, também, que esta etapa preserve ao máximo a coloração natural das plantas, pois os consumidores classificam a cor como um parâmetro de qualidade e de decisão para a compra do produto (MARTINAZZO et al., 2008).

A fim de manter a qualidade do produto, há necessidade de técnicas de secagem mais eficientes, que possibilitem secar o produto com menores temperaturas do ar de secagem e em tempo reduzido. Desta forma, a utilização do ultrassom e da bomba de calor para a secagem de produtos agrícolas apresenta-se como alternativa promissora.

As ondas ultrassônicas são capazes de acelerar os processos de transferência de massa nas plantas sem alterar suas principais características de qualidade (SORIA & VILLAMIEL, 2010; WITROWA-RAJCHERT et al., 2014). Assim, é possível reduzir o teor de água sem aumentar significativamente a temperatura do ar de secagem, sendo esta uma característica de fundamental importância em se tratando de secagem de plantas medicinais, pois as características de cor e propriedades terapêuticas são preservadas após o processo de secagem. Esta é uma das vantagens dessa técnica e principal razão de sua utilização (O'DONNELL et al., 2010; RIERA et al., 2004).

A secagem com bomba de calor é considerada um método eficiente, devido a sua capacidade de desumidificação do ar de secagem, reduzindo, conseqüentemente, a pressão de vapor, sem causar estresse térmico no produto (PATEL & KAR, 2012; CHUA et al., 2010). A sua capacidade para converter o calor latente de condensação em calor sensível, se torna atraente em aplicações de secagem (KUDRA & MUJUMDAR, 2009). Devido ao uso de baixas temperaturas, resulta em produtos de melhor qualidade final e redução no consumo de energia (PATEL & KAR, 2012; CHUA et al., 2010).

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da secagem com pré-tratamento ultrassônico na variação da cor verde de folhas de *Lippia origanoides*.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material Vegetal

As folhas de *L. origanoides* (Exsicata: PAMG 57975) foram cultivadas em sistema orgânico, na Área Experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da

Universidade Federal de Viçosa (20° 46' 13,5" S; 42° 52' 23,3" W) e depositada no Herbário PAMG/EPAMIG.

## 2.2 Determinação do Teor Inicial de Água

Para determinação do teor inicial de água utilizou-se o método gravimétrico, de acordo com a metodologia descrita pela ASAE STANDARDS (2000) para forrageiras, utilizando-se 25g de amostra em estufa com circulação forçada do ar e com temperatura de  $103 \pm 2$  °C, durante 24 horas.

## 2.3 Pré-tratamento com Ultrassom

Para cada tratamento foram utilizadas 200 g de folhas frescas inteiras, as quais foram expostas às ondas ultrassônicas por 0, 3, 5, 10, 15, 20 e 30 min, com 3 repetições cada, totalizando 21 unidades experimentais. O equipamento utilizado foi um banho ultrassônico Elma<sup>R</sup>, modelo P180H, mantido na frequência de 37 kHz, 1320 W de potência, 12,9 L de volume útil e temperatura ambiente ( $\pm 30$  °C). Após o pré-tratamento, as folhas foram dispostas sobre papel toalha, a fim de remover o excesso de água, e submetidas à secagem.

## 2.4 Secagem

Para a secagem utilizou-se um secador de bandeja, com temperatura e velocidade do ar de secagem em 40 °C e  $0,8 \text{ m s}^{-1}$ , respectivamente, tendo como fonte de aquecimento do ar de secagem uma bomba de calor. A altura da camada de folhas *in natura* em cada bandeja era de, aproximadamente, 0,10 m. A medição da temperatura e da umidade relativa do ar de secagem e do ar ambiente foram realizadas por meio de um sensor termopar tipo T e DHT11, respectivamente. Tais sensores estavam acoplados a um Sistema Automático de Aquisição de Dados (SAAD), desenvolvido por Nicácio (2010) e adaptado por Gonzaga (2015). Ao SAAD também estava conectado um sensor, anemômetro de fio quente, marca Omega, modelo FMA-900 SERIES Air Velocity Transducers. A massa das folhas foi registrada a cada 15 min e a secagem foi finalizada quando o teor de água das folhas atingiu 10% b.u. Posteriormente, as folhas secas foram acondicionadas em embalagem de polietileno, envolta em pacote de papel Kraft, identificados e armazenados à temperatura ambiente.

## 2.5 Leitura das Coordenadas Colorimétricas

Para avaliar o efeito das ondas ultrassônicas e da secagem sobre a coloração das folhas de *L. organoides*, foram realizadas leituras com colorímetro antes e logo

após o término da secagem. Para a quantificação da cor, efetuou-se a leitura direta de reflectância das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , na face adaxial das folhas, empregando a escala Cielab em colorímetro marca Konica Minolta, modelo CR-400. Para cada repetição foram realizadas leituras de três replicatas.

## 2.6 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com temperatura fixa do ar de secagem a 40 °C e 7 tempos de imersão no banho ultrassônico (0, 3, 5, 10, 15, 20 e 30 min), totalizando 7 tratamentos, com 3 repetições cada. A avaliação da variação do valor da coordenada  $a^*$ , em função dos pré-tratamentos aplicados, comparados com o controle (sem pré-tratamento ultrassônico), foram realizados através do teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa para análises estatísticas ASSISTAT, versão 7.7 beta (SILVA & AZEVEDO, 2009).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores da coordenada  $a^*$  das folhas *in natura* de *L. origanoides* em comparação com as folhas secas, submetidas a diferentes tempos de exposição às ondas ultrassônicas.

Tratamento	Valor de $a^*$
in natura	-5,55 ± 1,11
0	-0,31 ± 0,16
3	-0,68 ± 0,02
5	-0,85 ± 0,20
10	-0,63 ± 0,25
15	-0,60 ± 0,09
20	-0,34 ± 0,08
30	-0,64 ± 0,03

Tabela 1 - Valor da coordenada  $a^*$  das folhas de *L. origanoides* antes e após a secagem com pré-tratamento ultrassônico.

De acordo com a Tabela 1, pode-se observar que houve alteração na coordenada  $a^*$  em todos os tratamentos, em relação à planta *in natura*, indicando a degradação da cor verde durante o processo de secagem. A coordenada  $a^*$  varia de verde (valores negativos) a vermelho (valores positivos). Um aumento em seu valor indica que as folhas perderam o pigmento clorofila durante a secagem (REIS et al., 2012).

Reis et al. (2012) observaram que a cor das folhas de manjeriço foi altamente

influenciada pelo processo de secagem, apresentando coloração mais escura devido à perda de clorofila, causada pelo aumento da temperatura. A clorofila é um pigmento bastante instável, podendo facilmente sofrer mudança ou perda de cor se submetido a alterações de temperatura (KIDMOSE et al., 2002; BOHN & WALCZYK, 2004).

Na Tabela 2 apresentam-se os valores da coordenada L\* das folhas *in natura*, em comparação com as folhas após a secagem, submetidas a diferentes tempos de exposição às ondas ultrassônicas.

Tratamento	Valor de L*
in natura	51,51 ± 1,53
0	46,41 ± 0,96
3	49,57 ± 0,45
5	47,71 ± 0,83
10	49,18 ± 0,55
15	48,20 ± 0,62
20	49,66 ± 0,35
30	50,09 ± 0,56

Tabela 2 – Valor da coordenada L\* das folhas de *L. origanoides* antes e após a secagem com pré-tratamento de ultrassom.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que houve alteração na coordenada L\* das folhas em todos os tratamentos, em comparação com a planta *in natura*, confirmando seu escurecimento durante o processo de secagem, tendendo à cor cinza. A coordenada L\* varia de 0 (preto) a 100 (branco). Reis et al. (2012), observaram decréscimo da coordenada L\* durante a secagem, indicando que a secagem pode causar escurecimento das folhas, devido ao aumento da temperatura.

Então, a partir desses dados, procedeu-se à comparação estatística das médias das coordenadas a\* entre os tratamentos.

A Figura 1 apresenta o valor da coordenada a\* das folhas de *L. origanoides*, submetidas a diferentes tratamentos com banho de ultrassom, comparado com o controle.

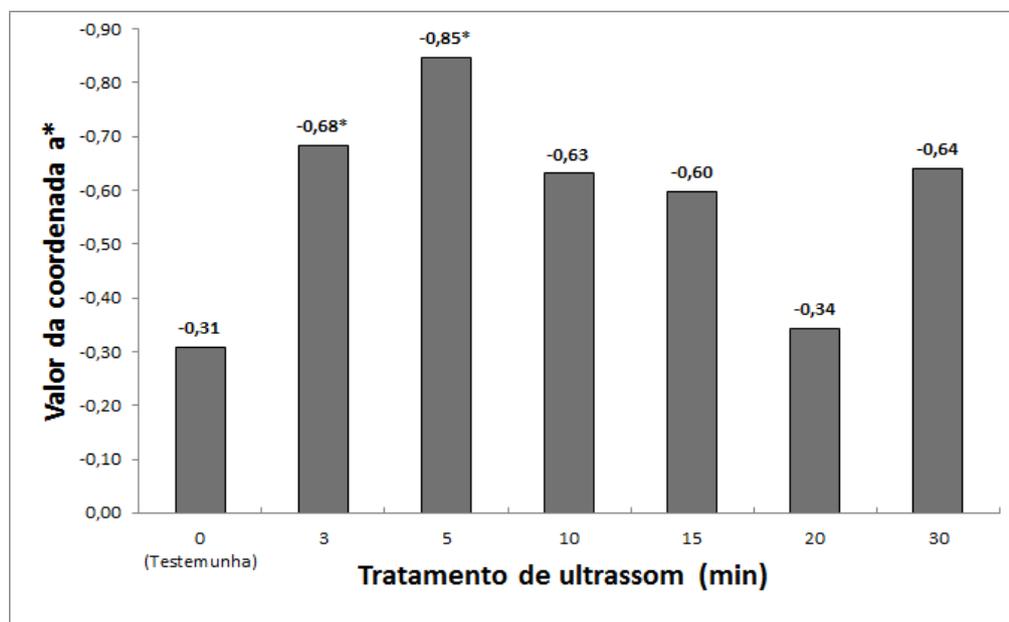


Figura 1 – Valor da coordenada a\* das folhas de *L. origanoides* submetidas a diferentes tratamentos com ultrassom, comparado com o controle. \* Diferença significativa em relação ao controle pelo teste de Dunnett a 5% de significância. Coeficiente de variação: 25%. DMS = 0,35.

Conforme o resultado da análise estatística, para o valor da coordenada a\*, em função dos diferentes tratamentos, comparados com o controle, observa-se que os pré-tratamentos de 3 e 5 min apresentaram melhor preservação da cor verde das folhas de *L. origanoides* após a secagem, pois seu valor diminuiu significativamente em comparação com as folhas que não foram submetidas ao pré-tratamento. Apesar de não apresentarem diferença estatística, o tempo de pré-tratamento de 5 min mostrou-se como mais eficiente na manutenção da cor verde das folhas da espécie e estudo.

Para a obtenção de um produto de qualidade, a preservação da cor das folhas das plantas medicinais após a secagem é muito importante, pois este parâmetro influencia os consumidores na hora da compra. Portanto, o ultrassom pode ser indicado como pré-tratamento de secagem para a espécie em estudo, pois levou a preservação da cor verde das folhas secas.

Esses resultados corroboram com Sledz et al. (2014) e Sledz et al. (2015) que verificaram que o pré-tratamento com ultrassom protegeu a cor verde das folhas de salsa após a secagem, pois preservou a clorofila nas folhas secas, estabilizando a cor.

## 4 | CONCLUSÃO

O tempo recomendado de pré-tratamento de secagem com ultrassom para preservação da cor verde das folhas de *Lippia origanoides* Kunth. é de 5 min.

## REFERÊNCIAS

ASAE STANDARDS. **Standards engineering practices data**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 78 p. 2000.

- BOHN, T.; WALCZYK, T. **Determination of chlorophyll in plant samples by liquid chromatography using zinc–phthalocyanine as an internal standard.** Journal of Chromatography A, v. 1024, p. 123–128, 2004.
- CHIN, S. K.; LAW, C. L. **Drying of medicinal plants.** In: Ed. Jangam, S. V.; Law, C. L.; Mujumdar, A. S. Drying of foods, vegetables and fruits. Singapore, 2011. Cap.4, p.105-136.
- CHUA, K. J.; CHOU, S. K.; YANG, W. M. **Advances in heat pump systems: A review.** Applied Energy, v. 87, n. 12, p. 3611-3624, 2010.
- CORRÊA, R., M.; BERTOLUCCI, S. K. V.; PINTO, J. E. B. P.; REIS, É. S.; ALVES, T. L. **Rendimento de óleo essencial e caracterização organoléptica de folhas de assa-peixe submetidas a diferentes métodos de secagem.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 28, n. 2, p. 339-344, mar./abr., 2004.
- GONZAGA, D.A. **Controle multivariável utilizando plataforma Arduino para secador de plantas medicinais e software de aquisição de dados.** 2015. 41 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2015.
- KIDMOSE, U.; EDELENBOS, M.; NORBAEK, R.; CHRISTENSEN, L. P. **Colour stability in vegetables.** In: MACDOUGALL, D.B. (Ed.). Colour in food: Improving quality. Cambridge: Woodhead publishing, p.179-232, 2002.
- KUDRA, T.; MUJUMDAR, A. S. **Advanced Drying Technologies.** 2 ed. CRC Press, 2009. 462 p.
- LACOSTE, E.; CHAUMONT, J. P.; MANDIN, D.; PLUMEL, M. M.; MATOS, F. J. **Antiseptic properties of essential oil of *L. origanoides* Cham. Application to the cutaneous microflora.** Annales Pharmaceutiques Francaises, v. 54, n. 5, p. 228-230, 1996.
- LAJOLLO, F.; TANNENBAUM, S. R.; LABUZA, T. P. **Reaction at limited water concentration. 2. Chlorophyll Degradation.** Journal of Food Science, v. 36, n. 6, p. 850–853, 1971.
- LEMONS, T. L. G.; MATOS, F. J. A.; ALENCAR, J. W.; CRAVEIRO, A. A.; CLARCK, A. M., MCCHESENEY, J. D. **Antimicrobial activity of essential oil of Brazilian plants.** Phytotherapy Research, v. 4, n. 2, p. 82–84, 1990.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: Nativas e exóticas.** 2 ed., Instituto Plantarum, Nova Odessa-SP, 2008, 544p.
- MARTINAZZO, A. P.; CORRÊA, P. C.; MELO, E. C.; CARNEIRO, A.P.S. **Avaliação colorimétrica de folhas secas de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf durante o armazenamento em diferentes embalagens.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.10, n.2, p.131-140, 2008.
- MELO, M. T. P.; RIBEIRO, J. M.; MEIRA, M. R.; DE FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. **Teor de óleo essencial de alecrim-pimenta em função do horário de colheita.** Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.7, p.1166-1169, 2011.
- MUJUMDAR, A. S. **Handbook of industrial drying.** 3 ed. Boca Raton: CRC, 2007. 1280p.
- NICACIO, J.V. **Desenvolvimento de um sistema de controle automático para condicionamento de ar de secagem.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2010.
- O'DONNELL, C. P.; TIWARI, B. K.; BOURKE, P.; CULLEN, P. J. **Effect of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance.** Trends in Food Science & Technology, v. 21, p. 358-367,

2010.

OLIVEIRA, M.T.R.; BERBERT, P.A.; MARTINAZZO, A.P. **Avaliação de modelos matemáticos na descrição das curvas de secagem por convecção de *Pectis brevipedunculata* (Gardner) Sch. Bip.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu, v.15, n.1, p.1-12, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Alma-Ata, 1978. **Cuidados Primários de Saúde**, p. 64, Brasília, 1979.

PATEL, K. K.; KAR, A. **Heat pump assisted drying of agricultural produce—an overview.** Journal of food science and technology, v. 49, n. 2, p. 142-160, 2012.

REIS, R. C. dos; DEVILLA, I. A.; ASCHERI, D. P. R.; SERVULO, A. C. O.; SOUZA, A. B. M. **Cinética de secagem de folhas de manjeriço (*O. basilicum* L.) via infravermelho.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.12, p.1346–1352, 2012.

RIERA, E.; GOLÁS, Y.; BLANCO, A.; GALLEGO, J. A.; BLASCO, M.; MULET. **Mass transfer enhancement in supercritical fluids extraction by means of power ultrasound.** Ultrasonics Sonochemistry, v. 11, n. 3, p. 241-244, 2004.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance.** In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SLEDZ, M., NOWAK, P.; WITROWA-RAJCHERT D. **Drying of parsley leaves pre-treated by ultrasound.** Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, n. 579, p. 91–99, 2014.

SLEDZ, M.; WIKTOR, A.; RYBAK, K.; NOWACKA, M.; WITROWA-RAJCHERT, D. **The impact of ultrasound and steam blanching pre-treatments on the drying kinetics, energy consumption and selected properties of parsley leaves.** Applied Acoustics. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.05.006>.

SORIA A. C.; VILLAMIEL M. **Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review.** Trends in Food Science & Technology, v. 21, n.7, p. 323–331, 2010.

WITROWA-RAJCHERT D.; WIKTOR A.; SLEDZ M.; NOWACKA, M. **Selected emerging technologies to enhance the drying process: A review.** Drying Technology, v. 32, n. 11, p. 1386–1396, 2014.

## INVASORES: UM JOGO DIDÁTICO AUXILIAR NO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM DE PROTOZOSES

**Patricia de Souza Ricardo Gonçalves**

Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro (Seeduc-RJ)  
Rio de Janeiro – RJ

**Narcisa Leal da Cunha-e-Silva**

Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Departamento de Biofísica Carlos Chagas Filho  
Rio de Janeiro - RJ

**RESUMO:** O ser humano é um hospedeiro potencial de organismos parasitas e a população brasileira ainda sofre com inúmeras doenças parasitárias. A escola é um lugar muito propício ao desenvolvimento de projetos que promovam a saúde e estimulem a prevenção de doenças. O uso dos jogos didáticos pode promover um maior sucesso na aprendizagem sobre formas de contágio, transmissão das parasitoses e a promoção da saúde. O jogo de tabuleiro INVASORES objetiva auxiliar no processo de ensino – aprendizagem de protozooses e que ainda apresentam um grande número de casos na população brasileira, a saber, doença de Chagas, giardíase e toxoplasmose. INVASORES foi desenvolvido e aplicado em turmas do ensino médio de escolas do município de Petrópolis, RJ e apresentou um incremento na aprendizagem dos alunos participantes, permitindo-nos concluir que a utilização do jogo aumenta o interesse dos alunos pelo assunto

trabalhado e, conseqüentemente, promove a melhoria dos resultados.

**PALAVRAS-CHAVE:** ensino-aprendizagem, jogo didático, protozooses.

### INVADERS: A HELPFUL DIDATIC GAME IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESS OF PROTOZOOSIS

**ABSTRACT:** The human being is a potential host of many of these organisms, being affected by many diseases. The school is a very conducive place to the development of projects and measures that promote health and encourage prevention of diseases. The use of didactic and playful games in teaching and learning processes can promote an increase in the student interest, greater success in learning and consequently the promotion of health. The didactic game INVADERS aims to assist teachers and students in the teaching and learning processes of parasitic diseases caused by protozoa that still have a large number of cases in the Brazilian population, namely Chagas diseases, giardiasis and toxoplasmosis. INVADERS was developed and implemented in classrooms in the 2nd grade of high school in the city of Petrópolis, RJ and showed an increase in the learning of the students, which allowed us to conclude that the use of the game increases students interest in the subject worked and therefore promotes

improved results.

**KEYWORDS:** teaching and learning , didact game, protozoosis

## 1 | INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Saúde (2010) no período de março de 2006 a fevereiro de 2010, 673 casos de doenças parasitárias de relevância foram registrados no país, dentre os quais 40% deles eram de zoonoses e doenças transmitidas por vetor, embora o documento não defina o que é considerado relevante.

Dentre essas doenças destacam-se Doença de Chagas, Leishmaniose, Giardíase e Amebíase, porém trabalhos de prevenção poderiam ser muito eficientes na redução de casos dessas doenças em uma determinada área, ou mesmo no âmbito nacional.

Nesse contexto, a escola é um espaço privilegiado no tocante à educação em saúde, e as atividades nessa área devem ser “voltadas para o desenvolvimento de capacidades individuais e coletivas visando à melhoria da qualidade de vida e saúde” (PEREIRA, 2003, p. 1528).

A escola é o espaço de fomentar “uma análise crítica e reflexiva sobre os valores, as condutas, condições sociais e estilos de vida, buscando fortalecer tudo que contribui para a melhoria da saúde e do desenvolvimento humano” (MACIEL et al, 2010, p. 390).

O espaço escolar pode ser utilizado não apenas para a apresentação das diferentes doenças, inclusive parasitárias, mas como local de disseminação de boas práticas que permitam ao indivíduo conhecer os mecanismos de infecção, contágio e transmissão das mesmas, bem como das medidas profiláticas, resultando em uma mudança do comportamento de um grupo e, a longo prazo, de uma população.

Embora as possibilidades do trabalho de promoção da saúde no ambiente escolar sejam muitas, a forma como os conteúdos são abordados na maioria de nossas escolas ainda se baseia nas linhas pedagógicas tradicionais, nas quais o professor é o centro do processo, “um organizador dos conteúdos e estratégias de ensino e, portanto, o único responsável e condutor do processo educativo” (PEREIRA, 2003, p.1529). Deste modo, muitos conteúdos que, para o aluno, não fazem sentido são apenas decorados para uma avaliação e esquecidos em seguida, caracterizando o que Ausubel *apud* Moreira (1982) denominam de aprendizagem mecânica.

A aprendizagem mecânica pode ser definida como “sendo a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma associação com os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Nesse caso, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária. Não há interação entre a nova informação e aquela já armazenada” (MOREIRA, 1982, p.9).

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96) o ensino médio constitui a etapa final da educação básica (art. 36) e objetiva assegurar a todos os cidadãos a oportunidade de aprofundar os conhecimentos adquiridos

no ensino fundamental, bem como a “compreensão dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos”, formando cidadãos críticos e capazes de analisar problemas e responder criticamente às situações cotidianas. Sobre isso, o ensino de biologia pode contribuir para o desenvolvimento e a formação de cidadãos.

As DCNEM (1998, p.225) destacam que:

“Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da biologia e da tecnologia.”

Com base nisso, nossa proposta tem por objetivo principal desenvolver um material que auxilie alunos e professores na compreensão da interação parasita-hospedeiro destacando a importância de conhecermos mecanismos e a relação destes com a evolução da nossa espécie, possibilitando o desenvolvimento e a adoção de medidas preventivas para essas doenças e ressignificando assim o aprendizado destes conteúdos.

Faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias no campo da educação em saúde, para informar e sensibilizar a população sobre tais doenças e sobre as formas de contágio e prevenção. Essas estratégias visam tornar o processo de ensino-aprendizagem mais ativo e o aluno participante ativo neste processo, buscando uma aprendizagem significativa. Neste contexto, o jogo didático surge como uma possibilidade enriquecedora.

O jogo pode ser definido por um sistema de regras, “uma estrutura sequencial que especifica sua modalidade,...tais estruturas sequenciais de regras permitem diferenciar cada jogo, permitindo superposição com a situação lúdica” (KISHIMOTO,2011, p. 20).

De acordo com as concepções sociointeracionistas os jogos promovem o desenvolvimento porque já estão impregnados de aprendizagem, uma vez que a criança ou o indivíduo aprende e desenvolve suas estruturas cognitivas para lidar com o conjunto de regras.

Além do desenvolvimento das estruturas cognitivas, fundamentais para a compreensão das regras, o jogo enquanto ferramenta oferece benefícios como favorecer o trabalho em equipe, promover uma aprendizagem mais ativa, estimular o pensamento crítico, desenvolver capacidades de interação, de negociação de informações e resolução de problemas (MARTINS, 2012, p.4).

À luz da teoria de Vygotsky, o indivíduo se constitui principalmente através de suas interações sociais (REGO, 2001, p. 109) desse modo, o jogo didático atua possibilitando uma maior interação social entre um grupo de alunos que podem trocar saberes e construir assim um corpo de conhecimentos. De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p.28),

“O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais

para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos.

A escolha do jogo didático como estratégia está baseada no fato de ser uma atividade lúdica, reconhecida como um meio de fornecer ao indivíduo um ambiente motivador e prazeroso, que possibilita a aprendizagem de várias habilidades (PEDROSO, 2009, p. 3183), além de desenvolver a iniciativa, a imaginação, o raciocínio, a memória e o interesse (FORTUNA, 2003, p. 16). Sendo um instrumento de grande valor no processo de ensino –aprendizagem e para que ocorra, de fato, uma aprendizagem significativa.

O objetivo principal desse trabalho é desenvolver um material didático lúdico que auxilie alunos e professores de ensino médio na compreensão da interação parasita-hospedeiro, bem como das formas de contágio e prevenção de protozooses importantes na população brasileira.

As doenças abordadas neste trabalho são a Giardíase, a Toxoplasmose e a Doença de Chagas.

## **2 | METODOLOGIA**

O desenvolvimento do jogo INVASORES consistiu na escolha dos protozoários e das protozooses, no desenvolvimento e aplicação do material, constando de um tabuleiro, peões, dado e cartas de perguntas e dicas, na elaboração dos testes e na tabulação e análise dos dados obtidos antes e após a aplicação do jogo. O jogo INVASORES foi desenvolvido para alunos de ensino médio (EM).

O jogo INVASORES foi desenvolvido no software Microsoft Word 2007, sendo posteriormente editado no software Adobe Photoshop. A trilha é composta por 86 casas divididas em 3 setores referentes a cada uma das três protozooses abordadas neste trabalho.

Os setores diferenciam-se por cores: azul para giardíase, vermelho para toxoplasmose e amarelo para doença de Chagas, além de imagens que fazem referência direta às doenças, seus agentes causadores, hospedeiros e vetores, caso existam. As cartas de perguntas utilizam as cores correspondentes às protozooses representadas.



Figura 1: versão final do tabuleiro do jogo INVASORES, aplicada nas turmas.

No percurso, marcado no tabuleiro, há dois tipos principais de marcações: as casas de perguntas, marcadas por um ponto de interrogação (?) e as casas de dicas, marcadas por um ponto de exclamação (!) que devem ser seguidas pelos participantes.

As cartas de dicas (!) trazem situações que tratam da forma de contágio, prevenção e informações sobre a biologia dos protozoários, além de conter bonificações, como o direito de avançar casas, de tirar dúvidas com o professor e punições como retrocesso no tabuleiro ou ainda perder o direito de jogar uma rodada.

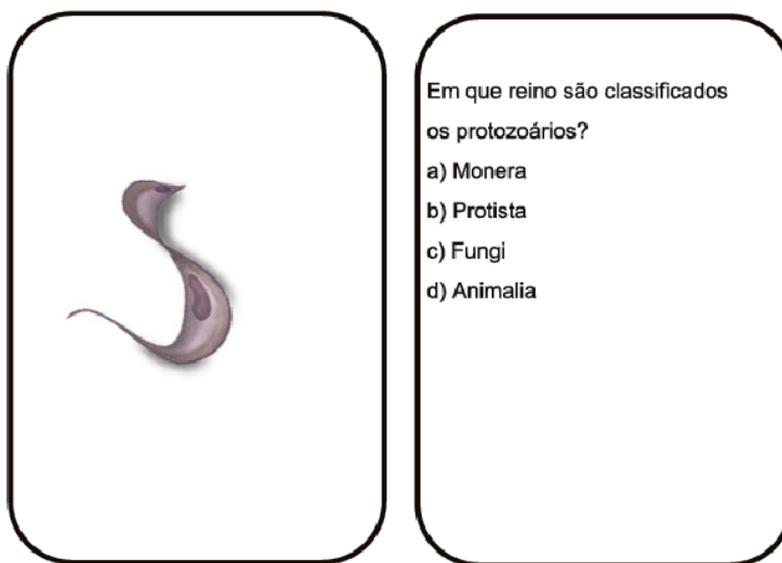


Figura 2: modelo carta de perguntas do jogo INVASORES.

INVASORES é composto por 36 perguntas e 15 tipos de cartas de dicas que relacionam situações cotidianas de transmissão, contágio e prevenção das referidas parasitoses.



Figura 3: modelo carta de dicas do jogo INVASORES

INVASORES foi aplicado em 4 turmas, sendo uma de escola privada e três de uma escola da rede estadual do município de Petrópolis, RJ.

As turmas participantes foram divididas em 4 grupos. Cada grupo elege um representante, responsável por mover o peão. As equipes/ jogadores lançam o dado. A equipe/jogador que tirar o valor mais alto no dado começa a partida.

Antes da primeira rodada o condutor, no caso o professor, embaralhou os grupos de cartas de perguntas e dicas que ficarão sobre a mesa. Retirou 1 (uma) pergunta de cada pilha e colocar em um envelope previamente separado para serem respondidas pelo jogador/ equipe que primeiro alcançar a casa CHEGADA, marcada no tabuleiro.

Os jogadores movimentam seus peões sobre o tabuleiro, de acordo com o número de pontos sorteados no dado, respondendo às questões e/ou atendendo aos comandos das cartas de dicas. O jogador/equipe que chega primeiro à CHEGADA responde a três perguntas extras sobre os assuntos abordados. Nesse momento, todos os benefícios que eventualmente existam são cancelados. Vencerá o jogo o grupo que responder corretamente às perguntas extras.

Após o jogo, os alunos participantes responderam a um questionário pós- teste e seus resultados foram analisados.

## RESULTADOS

A análise dos resultados da aplicação do jogo INVASORES mostra uma boa receptividade do material pelos alunos como atividade lúdica e como ferramenta auxiliar do ensino das parasitoses.

Embora o material tenha sido, inicialmente, desenvolvido para o trabalho com turmas de ensino médio, INVASORES é facilmente modulável para outras fases da educação básica, como por exemplo, o 7º ano do ensino fundamental, no qual

também trabalhamos as doenças provocadas por protozoários. Para isso, sugerimos que se retirem as questões referentes à ultraestrutura celular, assunto que ainda não foi trabalhado e se dê maior ênfase nos assuntos formas de infecção e profilaxia das doenças.

Ainda é possível explorá-lo inserindo outras doenças relacionadas a cada protozoário/protozoose escolhida inicialmente, ou mesmo a outras parasitoses provocadas por diferentes agentes etiológicos.

Faz-se necessário destacar que a metodologia utilizada também possui limitações decorrentes do tempo disponível para a aplicação do jogo e de sua análise. De acordo com o nosso entender, o ideal seria que INVASORES fosse aplicado após uma aula sobre o conteúdo protozoários e protozooses, como material de apoio e suporte do conteúdo ministrado.

Nossa proposta com o jogo INVASORES não é que o jogo substitua o professor ou mesmo a aula, mas que atue como uma ferramenta auxiliar no trabalho do professor, que é o “grande orquestrador de todo o processo, além de ser o sujeito mais experiente, sua interação tem planejamento e intencionalidade educativos” (Monroe, 2011). Sobre isso, Rego (2001, p. 109) destaca que, de acordo com a teoria vygostskyana, para que haja domínio de um conhecimento, “é fundamental a mediação de indivíduos, sobre tudo dos mais experientes do seu grupo cultural”, no caso, o professor.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise dos resultados podemos pensar sobre a continuidade deste projeto, deste modo, pretendemos continuar a aplicação do material em outras escolas/turmas, visando aumentar o número de testes, o que nos permitirá corrigir as falhas e aperfeiçoar o material e disponibilizá-lo em diferentes formatos para utilização por outros professores.

### REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC/SEB, 2006. 135 p.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, 1999.

\_\_\_\_\_, Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. **Doenças Infecciosas e Parasitárias.** Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

FORTUNA, T. R. **Jogo em aula.** Revista do Professor, Porto Alegre, v.19, n.75, p.15-19, jul./set. 2003.

KISHIMOTO, T.M. O jogo e a educação infantil. In:\_\_\_\_\_. **Jogo, brinquedo, brincadeira e educação.** 14.ed. São Paulo: Cortez, 2011. cap. 1, p. 15-48.

MACIEL, E.L.N, et al, **Projeto Aprendendo Saúde na Escola: a experiência de repercussões positivas na qualidade de vida e determinantes da saúde de membros de uma comunidade escolar em Vitória, Espírito Santo**. In: Ciência &Saúde Coletiva. Vol. 15 número 2 p. 389-396. Mar. 2010 disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/csc/v15n2/v15n2a14.pdf>> acesso em 03 mar 2014

MARTINS, B.S, et al, **A origem da mitocôndria**. Rio de Janeiro: Fundação Cecierj, 2012

MONROE, Camila. Elos do conhecimento. **Revista Nova Escola**, São Paulo, n. 243, p. 84-86, jun/jul. 2011

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes,1982, 109p

PEDROSO, C.V, Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada no módulo didático. In: IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, 2009, Paraná, p. 3182 -3190

PEREIRA, A.L.de F. **As tendências pedagógicas e a prática educativa nas ciências da saúde**. In: Caderno Saúde Pública. V.19 p. 1527-1534, set/out. 2003. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/csp/v19n5/17825>> acesso em 3 mar 2014

## MONITORAMENTO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL EM SALAS DE PRODUÇÃO DE UM BIOTÉRIO CONVENCIONAL BRASILEIRO

### **Camila de Souza Brito**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Lucas Maciel Cunha**

Fundação Ezequiel Dias, Diretoria de Pesquisa e  
Desenvolvimento  
Belo Horizonte – Minas Gerais

### **Lucas de Sousa Araujo**

Fundação Ezequiel Dias, Diretoria Industrial  
Belo Horizonte – Minas Gerais

**RESUMO:** Esse estudo apresenta um procedimento para monitoramento microbiológico ambiental realizado nas salas de produção do biotério convencional de camundongos da Fundação Ezequiel Dias com os objetivos de descrever a existência de possíveis agentes contaminantes e quantificar os impactos dos processos de limpeza e de desinfecção no crescimento microbiológico. Utilizando o método de sedimentação espontânea, foram expostas placas com meios de cultura seletivos para bactérias, Ágar Triptona de Soja (TSA) e fungos, Ágar Sabouraud Dextrose (SDA) por 20 minutos. As mesmas foram incubadas a 36°C por 48h e 24°C por sete a 14 dias, respectivamente, seguido de contagens e identificação das Unidades Formadoras de Colônia (UFC). O resultado para análise dos procedimentos indicou uma redução absoluta

de, aproximadamente, três vezes, da contagem média de UFC após a limpeza, e duas vezes do procedimento de limpeza para a desinfecção, com redução significativa após a desinfecção ( $P \leq 0,05$ ). Foram identificados gêneros de microrganismos que possuem características predominantemente ambientais e outros que são patógenos oportunistas. O monitoramento pode contribuir de forma essencial para os biotérios, pois, através dele é possível conhecer e controlar os microrganismos do ambiente, além de avaliar a eficiência do método de desinfecção adotado.

**PALAVRAS-CHAVE:** animais de laboratório, biotério, desinfecção, monitoramento ambiental, controle microbiológico.

**ABSTRACT:** This study presents an environmental microbiological monitoring carried out in the production rooms of the conventional breeding herd of the Ezequiel Dias Foundation with the objective of describing the existence of possible contaminants and evaluating cleaning and disinfection processes. Using the spontaneous sedimentation method, plates with culture media selective for bacteria, Tryptone Soy Agar (TSA) and fungi, Sabouraud Agar Dextrose (SDA) were exposed for 20 minutes. They were incubated at 36°C for 48h and 24°C for seven to 14 days, respectively, followed by counts and identification of Colony Forming

Units. The result for analysis of the procedures indicated a reduction of the average counts by about three times after the cleaning, and twice the cleaning procedure for the disinfection, with significant reduction after the disinfection ( $P \leq 0.05$ ). We have identified genera of microorganisms that have predominantly environmental characteristics and others that are opportunistic pathogens. The monitoring may contribute essentially to the bioterics, because through it is possible to know and control the environmental microorganisms, besides evaluating the efficiency of the disinfection method adopted.

**KEYWORDS:** Lab animals, biotery, disinfection, environmental monitoring, microbiological control.

## 1 | INTRODUÇÃO

Mesmo com progresso de métodos alternativos na pesquisa científica os animais de laboratório ainda são vistos como importantes modelos na experimentação biomédica. Isso se deve ao fato de os modelos animais proporcionarem informações a respeito do organismo como um todo, devido às similaridades fisiológicas e genéticas com o organismo humano (Chorilli et al., 2007). A pesquisa com animais contribui de modo a aperfeiçoar os métodos de prevenção, diagnóstico e tratamento na área da saúde. Atualmente, os pesquisadores exigem que os animais usados reúnam padrões ideais de saúde e manejo, em razão da confiabilidade dos experimentos (Andrade et al., 2002). Cabe ao biotério assumir esses padrões, visando o bem-estar animal dentro dos princípios éticos estabelecidos pelas diretrizes brasileiras do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA). Dessa forma, pode se desenvolver e reproduzir experimentos em animais, os quais tendem a responder satisfatoriamente aos testes realizados (Cecílio; Donato, 2013).

Os biotérios podem ser classificados por diferentes critérios, dentre eles, quanto à finalidade, condições sanitárias ou ecológicas dos animais e do ambiente. Conforme a finalidade há três tipos de biotérios (criação, manutenção e experimentação). Os biotérios de criação são aqueles em que se encontram as matrizes reprodutoras. Os de manutenção têm como propósito a adaptação de animais externos ao cativeiro, a produção de sangue e fornecimento de órgãos para utilização em pesquisas e ensino. Nas instalações de experimentação, procura-se padronizar o ambiente, a alimentação e o manejo visando os padrões exigidos pelo experimento (Cardoso, 2002). Em relação às condições sanitárias ou ecológicas, os biotérios podem ser classificados de acordo com o tipo de animal criado. Os mesmos são convencionais quando os animais possuem microbiota indefinida, por serem mantidos em ambientes que não possuem barreiras sanitárias absolutas. Outros biotérios podem ser agrupados em subcategorias de instalações de gnotobióticos, cujos animais possuem microbiota definida e são criados em locais dotados de barreiras sanitárias absolutas (Cardoso, 2002).

Uma contaminação indesejada nos locais de criação pode ocorrer por várias vias,

dentre elas, materiais e equipamentos, outros animais, má higienização do ambiente e uso indevido dos equipamentos de proteção individual e coletiva (Cecílio e Donato, 2013). A realização de um monitoramento, associado a um registro de resultados é muito importante para o acompanhamento da situação microbiológica, tanto para a empresa e para o Estado, como também para a realização de auditorias.

O monitoramento ambiental é um processo onde se realiza medições e observações específicas para o estudo e acompanhamento contínuo das variáveis ambientais, com finalidade de verificar qualitativa e quantitativamente determinados impactos (Embrapa, 2016). Esse processo certifica que o local opera dentro do estado de controle adequado além de contribuir para uma melhor eficácia das barreiras sanitárias, avaliando a efetividade das práticas de limpeza e de desinfecção que podem ter impacto sobre a carga microbiana do ambiente. (ANVISA, 2010). Diante disso, o presente estudo teve como objetivo monitorar o ambiente das salas de produção de um biotério convencional, avaliando a existência de possíveis agentes contaminantes que possam interferir na saúde e bem-estar dos animais, frente aos métodos de sanitização adotados.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Biotério

O experimento foi realizado no biotério da Fundação Ezequiel Dias (FUNED), onde são criados camundongos *Mus musculus* da linhagem *Swiss Webster* com tipologia classificada como convencional monitorado de ciclo completo. O local possui uma área de ambiente controlado, composta por seis salas denominadas: Fundação, onde são mantidas as colônias matrizes; Recria, onde são abrigadas as colônias de expansão; Expedição, local onde ocorre a separação e distribuição dos animais aos diversos fins. As três restantes são salas de Produção, onde os camundongos são produzidos e enviados para a expedição. Esses roedores são utilizados em experimento, de controle de qualidade de medicamentos, pesquisas científicas e alimentação de outros animais.

### 2.2 Procedimentos de Limpeza e de Desinfecção

Após diálogo com a administração do local, optou-se por realizar o estudo nas salas de produção devido às mesmas possuírem perfis semelhantes entre si e apresentarem maior fluxo de pessoas em relação às outras, o que poderia propiciar maior contaminação ambiental. Os pontos específicos para a realização do experimento foram selecionados com intuito de avaliar os sítios com uma suposta propensão de contato direto de seres humanos e que representassem a sala como um todo.

As salas de produção eram limpas diariamente segundo um cronograma de limpeza de rotina definido pelo Setor. Essa limpeza consistia em retirar o excesso de maravalhas das estantes com auxílio de um pano umedecido com solução de álcool etílico 70%, varrer o piso a seco com auxílio de um rodo e proceder à limpeza do mesmo com um pano úmido, seguida da desinfecção com solução aquosa de hipoclorito de sódio a 2%. A limpeza e desinfecção geral era o procedimento realizado mensalmente e consistia dos mesmos procedimentos adotados na limpeza diária, porém acrescido da limpeza de paredes, portas, filtros e tetos.

Inicialmente, realizou-se a exposição de nove placas do meio Ágar Triptona de Soja (TSA) por sala pela técnica de sedimentação espontânea. Três exposições foram feitas antes, três depois da limpeza diária e outras três logo após a desinfecção geral. A exposição das placas foi realizada em pontos distintos das salas por 20 minutos, em duas das estantes (à direita e à esquerda da entrada da sala) e no carrinho de transportes de caixas. Após o período de exposição, as placas foram incubadas a 36°C por 48 horas. Semelhantemente, foram expostas placas meio Ágar Sabouraud Dextrose (SDA) nos mesmos pontos, porém, após o período de exposição, as mesmas foram incubadas a 24°C por sete a 14 dias. Em seguida, foi feita a contagem das unidades formadoras de colônia (UFC), com posterior comparação das amostras de antes e depois da limpeza diária e após a desinfecção geral. Em relação às amostras em SDA, a análise ocorreu em dois tempos distintos, sendo após 48 horas de incubação e entre sete a 14 dias. Foram realizadas duas repetições, que totalizaram 18 exposições de placas por sala.

### 2.3 Identificação Microbiológica

A identificação das colônias de algumas das amostras obtidas em TSA e SDA foi realizada inicialmente avaliando os aspectos morfológicos, seguida pela coloração de Gram. Em seguida, a identificação de alguns gêneros e espécies foi realizada por meio de provas bioquímicas como catalase, coagulase e ágar manitol. Para facilitar a identificação das amostras de fungos, realizou-se outro repique em SDA acrescido de cloranfenicol para inibir o crescimento bacteriano, aumentar a esporulação e caracterizar melhor a morfologia colonial. Em seguida, procedeu-se a técnica de microcultivo em lâminas para identificação.

Para cada microcultivo, um cubo do SDA foi colocado sobre uma lâmina esterilizada contida em uma placa de Petri. Tal lâmina foi apoiada sobre suportes, tais como outra lâmina e dois palitos de madeira. As amostras de fungos foram semeadas a partir dos repiques recentes nos quatro lados do cubo de ágar na lâmina, acondicionada na placa de Petri, e foi recoberto por lamínula. Uma câmara úmida foi feita com a adição de um pequeno chumaço de algodão estéril, embebido em água. As placas foram fechadas e incubadas a 25°C por sete a 14 dias, até o desenvolvimento das estruturas reprodutivas, com ou sem pigmentação.

Após a incubação, a lamínula foi cuidadosamente retirada com o auxílio de uma pinça para não danificar as estruturas formadas. Consecutivamente, utilizou-se o corante azul de lactofenol-algodão para a montagem sobre uma nova lâmina de microscopia. O cubo de ágar foi descartado, uma gota do mesmo corante foi adicionada e a amostra foi recoberta com nova lamínula, para visualizar os esporos e hifas aderidos à lâmina. Após o preparo das lâminas, as mesmas, ao serem montadas, foram observadas em microscópio óptico de transmissão com objetiva de 40X para avaliação de características morfológicas como presença ou ausência de septos nas hifas, presença de conídios, esporângios, ascos, disposição e arranjo das estruturas.

## 2.4 Tamanho Amostral e Análise Estatística

A determinação do número de placas expostas para avaliar a eficiência dos processos de limpeza e desinfecção foi calculada utilizando o programa Bioestat 5.3, com valores de parâmetros determinados a partir de um estudo-piloto. A verificação da suposição de Normalidade dos dados após transformação logarítmica (base 10) foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk ( $P > 0,05$ ) por meio do programa Stata 12.0. Conforme estabelecido pela instituição de condução do estudo, foi considerada significativa uma redução de 90% da carga microbiana, um poder do teste de 0,90 e um nível de significância igual a 0,05. Esse segundo programa foi utilizado para a realização de análise de variância (ANOVA) na verificação dos efeitos de sala e de localização das placas, com delineamento em parcelas subdivididas e pós-teste de Dunnet ( $P \leq 0,05$ ), empregando a contagem antes dos procedimentos de desinfecção como parâmetro de referência. Para dados não-paramétricos bivariados foi realizado o teste de Kruskal-Wallis com pós-teste de Conover ( $P \leq 0,05$ ) (Silva, 2017).

## 3 | RESULTADOS

### 3.1 Exposição de Placas pela Técnica de Sedimentação

Os dados obtidos pela leitura no TSA indicam uma diferença de contagem bacteriana entre salas ( $P \leq 0,05$ ). A variável “Local de Exposição”, não foi significativa ( $P = 0,13$ ), porém foi necessária a sua permanência no modelo com as variáveis “Sala” e “Tratamentos” para manter a estabilidade do mesmo. Em relação à frequência de fungos no TSA, não houve diferença significativa entre as salas ( $P > 0,05$ ). No SDA não houve crescimento de fungos, mas apenas de algumas poucas colônias bacterianas em quantidade não significativa. Os resultados da contagem dos microrganismos no TSA e SDA estão apresentados na Tabela 1.

Exposição	Meio TSA		Meio DAS	
	Bactérias *	Fungos**	Bactérias *	Fungos**
Antes da Limpeza	3,620±1,930 <sup>B</sup>	0 <sup>a</sup>	0,77±0,42 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Após Limpeza	1,330±0,830 <sup>AB</sup>	0 <sup>a</sup>	0,83±0,46 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>
Pós Limpeza e Desinfecção	0,720±0,330 <sup>A</sup>	0,220±0,001 <sup>b</sup>	0,11±0,6 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>

Tabela 1: Contagem média ( $\pm$  Erros Padrões das Médias, 95%) de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) nos meios de cultura após exposição nas salas de produção do biotério convencional monitorado da FUNED, frente aos diferentes procedimentos de limpeza e desinfecção.

\*\* Letras sobrescritas maiúsculas diferentes ao lado das medidas indicam diferenças pelos pós-testes SNK e Dunnet ( $P \leq 0,05$ ).

\*\* Letras sobrescritas minúsculas ao lado das medidas indicam diferenças pelo pós-teste de Conover ( $p \leq 0,05$ ).

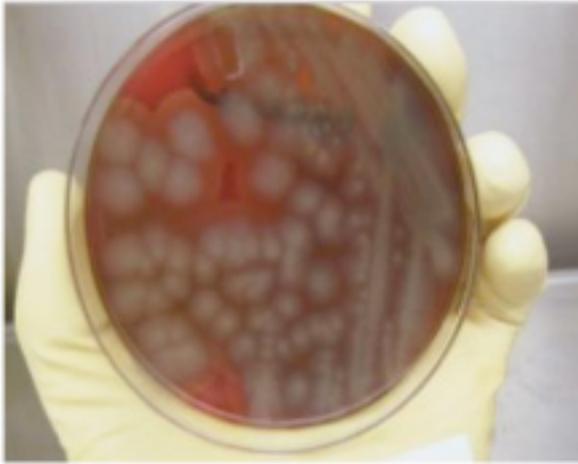
### 3.2 Identificação Microbiana

Durante as análises das placas expostas por sedimentação espontânea, foram identificados alguns microrganismos obtidos apenas no TSA, devido ao maior número e diversidade de UFC. Microrganismos apresentados na Tabela 2.

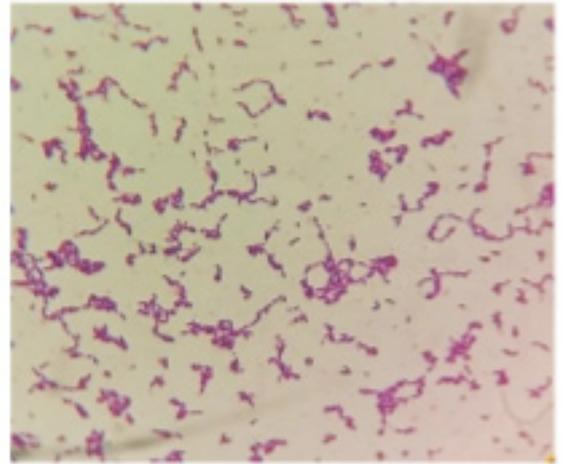
TRATAMENTOS	BACTÉRIAS (UFC)	FUNGOS (UFC)
Antes da Limpeza	<i>Bacillus</i> sp.	-
Depois da Limpeza	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Acremonium</i> sp. <i>Cladosporium</i> sp.
Desinfecção Geral	<i>Staphylococcus</i> spp.	-

Tabela 2: Identificação microbiana frente aos diferentes procedimentos de limpeza e desinfecção.

Sala A – Antes da Limpeza, Estante da Direita da sala, *Bacillus* sp.

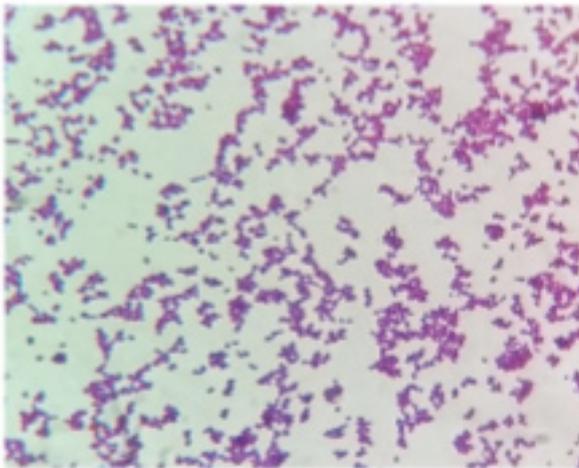


**Figura 1:** Ágar Sangue com colônias característica do gênero bacilos.



**Figura 2:** Método de Gram - Bastonetes Gram Positivos, de colônias da Figura 1.

Sala A –Depois daLimpeza, Estante, *Staphylococcus aureus*

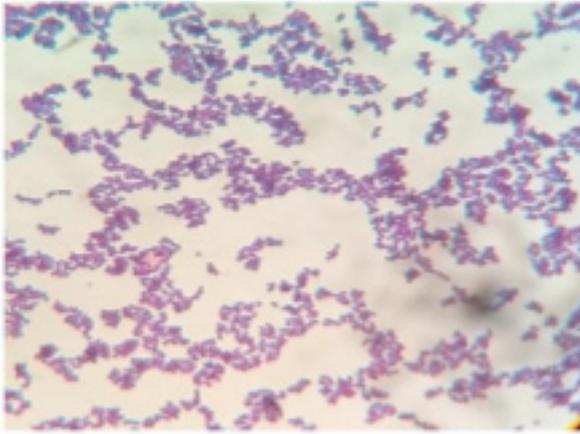


**Figura 3:**Método de Gram - Cocos Gram Positivos em Cachos



**Figura 4:** Ágar Manitol com fermentação positiva da Figura 3

Sala A –Desinfecção Geral, carrinho, *Staphylococcus* sp.



**Figura 5:** Método de Gram - Cocos Gram Positivos em Cachos

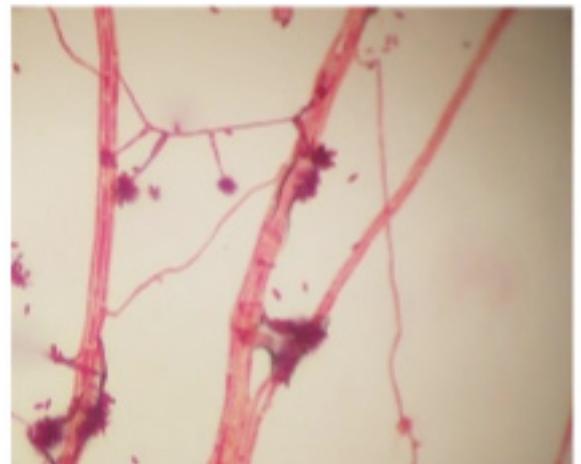


**Figura 6:** Ágar Manitol com fermentação negativa

Sala A –Depois da Limpeza/Estante–Acremonium sp.



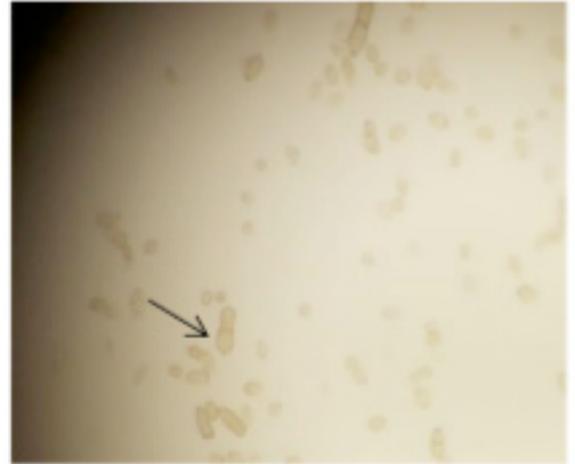
**Figura 7:** Colônia fúngica macroscópica no Ágar Sabouraud



**Figura 8:** Aspecto microscópico da colônia mostrada na Figura 7.



**Figura 9:** Colônia, aspecto macroscópico no Ágar Sabouraud Dextrose.



**Figura 10:** Aspecto microscópico da colônia 9, apontando escudo característico de *Cladosporium* sp.

#### 4 | DISCUSSÃO

A contagem de UFC no TSA indicou que houve crescimento microbiano antes dos procedimentos de limpeza, o que possivelmente é derivado de contaminação pré-existente, por se tratar do início das atividades rotineiras das salas. Tal crescimento pode estar também associado a uma possível nova contaminação local.

Após a realização do procedimento diário de limpeza, o número médio de UFC reduziu cerca de três vezes em relação ao verificado antes da limpeza e, aproximadamente, duas vezes ao avaliar o procedimento de limpeza para a desinfecção geral. Isso condiz com o relato de outros autores que afirmam que um procedimento de limpeza diário reduz a carga microbiana, porém, tal fato não garante a eliminação de agentes infecciosos, sendo necessário associar outro processo de desinfecção que utiliza agentes químicos (desinfetantes) e físicos para a eliminação de microrganismos patogênicos, com exceção de alguns esporos (Albuquerque et al., 2017).

O agente químico de desinfecção utilizado no biotério é o hipoclorito de sódio, o qual é comumente utilizado em biotérios em razão de sua ação rápida, baixo custo e amplo espectro de ação, além de ser efetivo contra bactérias na forma vegetativa, micobactérias, alguns esporos bacterianos e fungos. Tal fato pode ter contribuído para a redução dos microrganismos nas salas. Ressalta-se, entretanto, que não existe um desinfetante que atenda a todas as necessidades de um biotério, sendo necessário conhecer as características individuais de cada sistema produtivo para a escolha correta do desinfetante (Albuquerque et al., 2017).

A identificação dos microrganismos foi restrita a apenas alguns gêneros em

função dos recursos disponíveis no próprio biotério. Na análise do O meio SDA houve crescimento microbiano, o qual não se mostrou considerável, portanto a etapa de identificação não foi realizada. Durante a identificação, observou-se a ocorrência de *Bacillus* sp. e *Staphylococcus* sp., inclusive a espécie *Staphylococcus aureus*. Bactérias gram-positivas, incluindo as identificadas no presente trabalho, podem ter relação com o sistema de ar condicionado e com a microbiota transitória humana. As bactérias do gênero *Staphylococcus* são potenciais agentes etiológicos de infecções em humanos e em outros animais. Segundo outros pesquisadores, tais agentes podem facilmente sofrer mutações e adquirir resistência a diferentes agentes antimicrobianos e sanitizantes (Xavier et al., 2017). Desse modo, sugere-se um rodízio de sanitizantes para uma efetiva desinfecção de ambientes similares ao do presente estudo.

Foram observados também crescimentos de fungos dos gêneros *Acremonium* e *Cladosporium*, os quais possuem características de anemófilos, ou seja, organismos ambientais que possuem dispersão aérea, e que constituem os principais contaminantes no ar de ambientes fechados (Lobato et al., 2007).

O estudo relatado confirma que a maioria dos gêneros de microrganismos encontrados em outro estudo realizado na colônia de Fundação do mesmo biotério (Cecílio e Donato, 2013) num estudo realizado no mesmo local em 2013, comprovando a manutenção das características microbiológicas ambientais do Biotério.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

A qualidade dos locais de produção e criação dos animais de laboratório é derivada da interação de múltiplos fatores, os quais precisam ser bem conhecidos de forma a serem padronizados dentro de um sistema de controle, sendo essencial o monitoramento.

Concluiu-se que o estudo em questão apresentou procedimentos testados com resultados adequados no monitoramento para controle microbiano. Isso é importante no que se refere ao modo de limpeza e desinfecção das salas do biotério em estudo, no qual se comprovou a eficácia dos procedimentos realizados como barreiras sanitárias. Porém, a desinfecção não elimina o fato do ambiente do biotério potencialmente abrigar microrganismos patogênicos, pois microrganismos ambientais e patógenos oportunistas podem possuir vias comuns de colonização ambiental. Durante o estudo identificou-se alguns gêneros de potenciais patógenos, o que representa um indicador de alerta à saúde e bem-estar dos funcionários e roedores do Biotério.

O monitoramento ambiental contribui de forma essencial para os locais de criação de roedores de laboratório, principalmente quando se trata de produção de animais convencionais, onde a carga microbiana é indefinida e as barreiras sanitárias não são absolutas. Por meio dele é possível conhecer os microrganismos do ambiente, além de avaliar a eficiência do método de desinfecção adotado. Atrelado a isto, o monitoramento realizado em conjunto com outros procedimentos de controle tais

como o monitoramento parasitológico e o conhecimento da microbiota dos roedores, promove ainda mais a saúde e bem-estar dos animais, assim como das pessoas que lidam diretamente com eles.

## REFERÊNCIAS

ANVISA. **Agência nacional de vigilância sanitária farmacopeia brasileira**. 2010. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd\\_farmacopeia/pdf/volume1.pdf](http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd_farmacopeia/pdf/volume1.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2016.

Albuquerque CZ, Rodrigues MV, Silva RM, GUI MIKO. **Cuidados e Manejo de Animais de Laboratório**. 2017. Atheneu 2: 103-124.

Andrade A, Pinto SC, Oliveira RS. **Animais de Laboratório criação e experimentação**. 2002. Fiocruz 2: p. 388.

Bioestat. **Manual Bioestat Versão 5.3**. 2017 Disponível em: <https://www.mamiraua.org.br/pt-br/downloads/programas/bioestat-versao-53/>. Acesso: 20 Fevereiro 2018.

Cardoso CVP. **Controle de Qualidade de Animais de Laboratório**. Fiocruz, Rio de Janeiro. 2002. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/sfwjtj/pdf/nadrade-9788575413869-36.pdf>. Acesso: 25 Outubro 2016.

Cecílio AB, Donato, **Monitoramento Ambiental no Biotério**. 2013. RESBCAL 2: 31-48.

Chorilli M, Michelin DC, Salgado H. **Animais de Laboratório: O camundongo**. 2007. Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl. 28: 11-23.

Embrapa. **Monitoramento Ambiental**. 2016. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_73\\_711200516719.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_73_711200516719.html). Acesso: 27 Agosto 2016.

Lobato RC, Danielski JC, Silveira ER. **Pesquisa de Fungos Anemófilos em Biotério**. 2007. Universidade Federal do Rio Grande. VITTALLE 1:9-16.

Silva AM. **Apostila Stata: Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva**. 2017. Universidade Federal do Maranhão. Disponível em: <http://www.pgsc.ufma.br/arquivos/apostilastatamee.pdf>. Acesso: 20 Fevereiro 2018.

Xavier MP, Nogueira HS, Xavier MAS, Xavier ARE. **Monitoramento Microbiológico de Áreas Grau A e Grau B de uma Produção Asséptica**. 2017. RUC 19: 1-14.

## MORFOLOGIA DO INTESTINO DO *Phragmatopoma caudata* KRØYER IN MÖRCH, 1863 (POLYCHAETA: SABELLARIIDAE) DA PRAIA DE BOA VIAGEM RECIFE-PE

### **Maria Gabriela Vieira Oliveira da Silva**

Instituto de Ciências

Biológicas – ICB/UPE - Laboratório de Histologia

Recife – Pernambuco

### **Betty Rose de Araújo Luz**

Instituto de Ciências

Biológicas – ICB/UPE - Laboratório de Biologia

Marinha

Recife – Pernambuco

### **Júlio Brando Messias**

Instituto de Ciências

Biológicas – ICB/UPE - Laboratório de Histologia

Recife – Pernambuco

### **Sura Wanessa Nogueira Santos Rocha**

Instituto de Ciências

Biológicas – ICB/UPE - Laboratório de Histologia

Recife – Pernambuco

### **Mônica Simões Florêncio**

Instituto de Ciências

Biológicas – ICB/UPE - Laboratório de Histologia

Recife – Pernambuco

**RESUMO:** Poliquetas Sabellariidae são animais marinhos e algumas espécies constroem recifes biogênicos. A alimentação deles depende do hábito de vida, mas em sua maioria são filtradores. O objetivo deste estudo foi analisar histologicamente a morfologia do intestino do *Phragmatopoma caudata*. A pesquisa desenvolveu-se no recife arenítico

de Boa Viagem, Pernambuco, local de coleta. O material foi transportado para o Laboratório de Biologia Marinha do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Pernambuco em recipiente com gelo, onde tubos dos blocos de recifes foram desagregados para retirada dos espécimes. Após triagem, o material coletado foi processado no Laboratório de Técnicas Histológicas do ICB/UPE seguindo o protocolo de rotina. Utilizou-se micrótomo para realizar cortes transversais ao eixo anteroposterior de 5  $\mu\text{m}$  de espessura. O material foi analisado na coloração de PAS. As imagens das preparações histológicas foram obtidas utilizando-se câmera fotográfica Olympus SC30 acoplada a um microscópio trinocular Olympus CX31. O aspecto morfológico do intestino médio do *P. caudata*, consta de uma mucosa de lúmen apresentando numerosas pregas variando de digitiforme a foliáceo, células epiteliais absorptivas e entre essas células absorptivas foi observada uma abundância de células mucosas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Animais marinhos, recife arenítico, histologia, peritônio.

**ABSTRACT:** Sabellariidae Polychaetes are marine animals and some species build biogenic reefs. Their foods depends on the habit of life, but most of them are filters. The present study was developed in the sandy reef located in Boa Viagem beach (PE) and aims analyze

histologically the morphology of the intestine of *Phragmatopoma caudata*. The collected material was transported to the Marine Biology Laboratory of Institute of Biological Science of University of Pernambuco (ICB/UPE), properly conditioned in a container with ice. The specimens were processed histologically and submitted to the routine protocol including in paraffinic material, the slides were stained by PAS. A microtome was used to make cross-sections to the anteroposterior axis of 5  $\mu\text{m}$  thickness. The histological slides were analyzed in the Laboratory of Histological Techniques of the Institute of Biological Sciences of the ICB/UPE. The morphological aspects of the intestine of *P. caudata* consists of a lumen mucosa presenting numerous folds ranging from digitiforme to foliaceous, absorptive epithelial cells and among these absorptive cells an abundance of mucous cells was observed.

**KEYWORDS:** Marine animals, sand reefs, histology, peritoneum.

## 1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Phragmatopoma* caracteriza-se por possuir, junto ao penacho branquial, uma coroa opercular, cujas páleas medianas se unem em forma de cone. A coroa é formada por três tipos de páleas distintas e o caráter decisivo para identificação do gênero *Phragmatopoma* é o formato delas (AMARAL, 1987). Elas serve para proteção dos poliquetas, pois a coroa fecha o tubo ao detectar uma ameaça e impede que predadores se aproximem, além disso, também evitam a desidratação. Os poliquetas apresentam o corpo dividido em “cabeça” (com prostômio e peristômio fusionados), regiões paratorácica, torácica, abdominal e caudal (AMARAL, 1987). Eles apresentam dimorfismo sexual evidente, baseando-se na coloração dos segmentos abdominal que contém os gametas, sendo branco-creme em indivíduos machos e azul metálico nas fêmeas (ZALE e MERRIFIELD, 1989).

Hartman (1944) reconheceu sete espécies para o gênero *Phragmatopoma*, com distribuições geográficas aproximadamente alopátricas ou peripátricas, baseadas em um apêndice ligado à pálea externa opercular. Essas espécies são: *P. attenuata*, *P. californica*, *P. caudata*, *P. lapidosa*, *P. moerchi*, *P. peruensis* e *P. virgini*, mas apenas o *P. lapidosa* e *P. caudata* habitam no Brasil.

O *Phragmatopoma caudata* Krøyer in Mörch, 1863 é um anelídeo tubícola e está presente desde regiões rasas a profundas e tem uma ampla distribuição nas Américas, ocorrendo desde o Cabo Canaveral nos EUA, até o estado de Santa Catarina no Brasil (KIRTLEY, 1994). Esses organismos utilizam tentáculos ciliados para capturar partículas de areia, conchas e minerais e com o auxílio de um muco produzido por ele mesmo constroem seus tubos. Os recifes areníticos, normalmente, são construídos em regiões entremarés. A forma de alimentação desse animal depende do seu hábito de vida, mas em sua maioria são filtradores.

Quando os tubos estão em alta densidade, são formadas as colônias extensas de areia, mais conhecidas como recifes biogênicos (CALINE et al, 1992). Esses recifes

promovem abrigo a diversas espécies de crustáceos, moluscos e bivalves e proteção contra predadores, sendo riquíssima a fauna associada a esses recifes de areia (CAPA et al 2012). As espécies de *P. caudata* vivem de modo gregário, normalmente em regiões intertidal e são considerados engenheiros de ecossistema por criar, modificar e manter complexos habitats (COLEMAN e WILLIAMS, 2002).

Eles são animais predominantemente marinhos e de vida livre; isto é, não diretamente associados ou dependentes de outros organismos. A reprodução é sexuada através da desova no ambiente e resulta em uma larva trocófora, que flutua passivamente no plâncton durante 2 a 20 semanas, até estar apta para o assentamento, quando descem para o substrato marinho para a metamorfose em juvenis. Após essa fase, os indivíduos ficam maduros para reprodução rapidamente e podem viver de um a dois anos (McCARTHY, 2003).

Um pequeno número de espécies habita a água salobre ou doce, poucos são comensais ou parasitas. Em sua maioria são bentônicos, povoando desde a zona das marés, até as grandes profundidades oceânicas (AMARAL, 1987). Embora a ocorrência geográfica seja ampla, pouco se conhece sobre os aspectos morfológicos do intestino do *P. caudata*. Objetivo desse trabalho foi analisar histologicamente a morfologia do intestino do *Phragmatopoma caudata* Krøyer in Mörch, 1863 da praia de Boa Viagem, Recife-PE.

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa desenvolveu-se no recife arenítico de Boa Viagem, Pernambuco. Foram coletados dois blocos do recife de areia que foram medidos pela metodologia do deslocamento com uma proveta graduada. Cada bloco mediu aproximadamente 714,25mm<sup>3</sup> de volume. Os blocos coletados foram transportados para o Laboratório de Biologia Marinha (ICB/UPE), em recipiente com gelo, onde os tubos presentes em cada bloco foram desagregados mecanicamente e os espécimes de *P. caudata* foram retirados de forma aleatória. Utilizou-se a literatura para identificação taxonômica (AMARAL, 1987). Os indivíduos coletados foram fixados em solução de formol salino a 10%, por um período de 24h. Posteriormente, os indivíduos foram desidratados em etanol de concentrações crescentes desde 70% a 100%, clarificados em xilol e incluídos em parafina. Utilizou-se micrótomo para realizar cortes transversais ao eixo anteroposterior de 5 µm de espessura. O material foi analisado na coloração de PAS.

### 2.1 Técnica de coloração

Após a preparação das lâminas, o material fixado nelas foi diafanizado em xilol e posteriormente hidratado em álcool absoluto em uma sequência de álcool 90%, 80% e 70%. Em seguida, essas peças foram submetidas a coloração do Periódico de Schiff (PAS). As lâminas obtidas foram montadas com Entelan e fotografadas utilizando-

se a câmera fotográfica Olympus SC30 acoplada a um microscópio ótico trinocular Olympus CX31 para análise da morfologia do intestino de *P. caudata*.

### 3 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

Tipicamente, o sistema digestivo dos poliquetas é um tubo retilíneo, que atravessa os septos celômicos, parecendo estar suspenso no celoma. Esse tubo estende-se desde a região da boca até ao ânus localizado no pigídeo. Na generalidade, está diferenciado numa faringe ou numa cavidade bucal, esôfago curto, estômago, intestino e em um reto que se liga ao ânus (BRUSCA e BRUSCA, 2007). Contudo, em muitas espécies, estas regiões distinguem-se apenas histologicamente.

O aspecto morfológico do intestino do *P. caudata*, consta de uma mucosa de lúmen apresentando numerosas pregas revestidas por um epitélio colunar simples apoiado em uma camada conjuntiva, a lâmina própria. As células epiteliais absorptivas são altas com uma borda em escova bem desenvolvida (figura 1). Entremendo as células absorptivas, foi observada uma abundância de células mucosas (figura 2). A camada mucosa se apoia em uma muscular externa delgada, que se encontra revestida através do peritônio. O peritônio visceral desta espécie demonstra uma riqueza de células adiposas (figura 3).

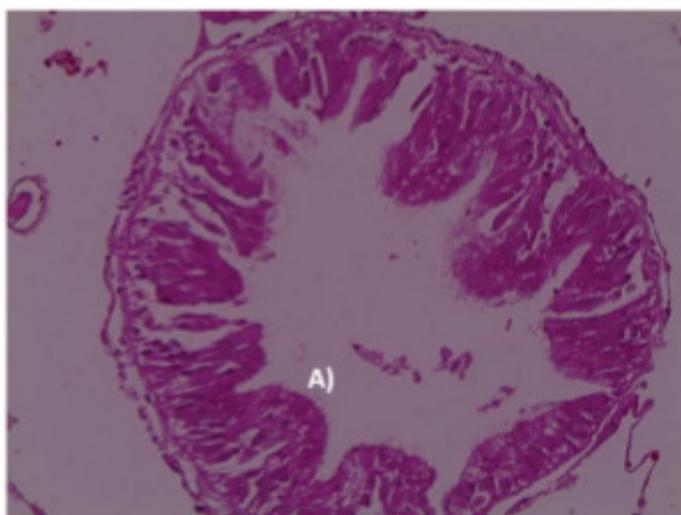


Figura 1: Intestino. A)  
Epitélio colunar simples  
com cílios;

(FONTE= Silva, M.G.V.O. e  
Florêncio, M.S. , 2017)

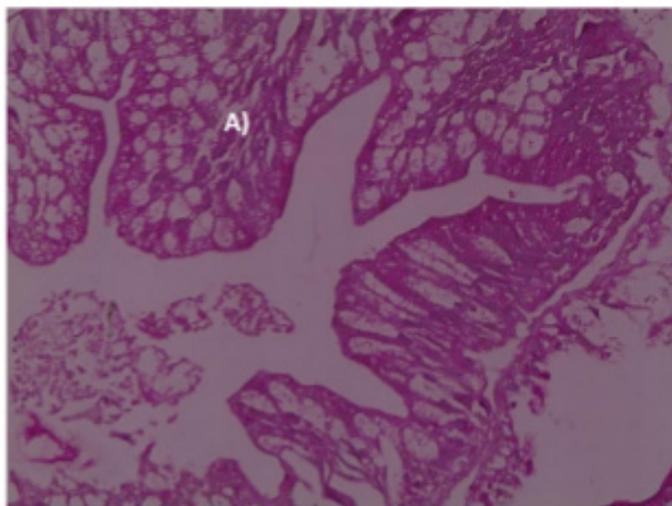


Figura 2: Intestino. A) Numerosas células mucosas.

(FONTE= Silva, M.G.V.O. e Florêncio, M.S., 2017)

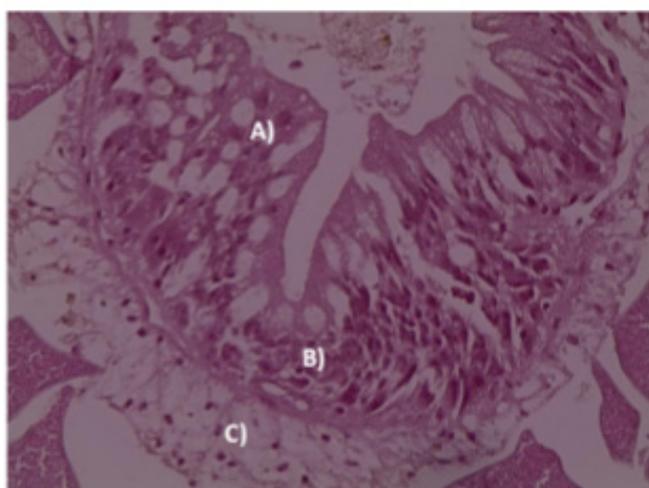


Figura 3: Intestino Médio. A) Camada mucosa; b) Camada muscular; c) Peritônio.

(FONTE= Silva, M.G.V.O. e Florêncio, M.S., 2017)

## 4 | CONCLUSÃO

O estudo mostra que as células absortivas estão envolvidas na pinocitose (processo em que a célula ingere líquidos ou pequenas partículas inespecíficas) e na digestão intracelular. Além disso, as células mucosas também exercem a função no transporte das fezes.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, A. C. Z. BREVE CARACTERIZAÇÃO DE *Phragmatopoda lapidosa* KINBERG, 1867 (Polychaeta, Sabellariidae). **Revista brasileira de zoologia**, v. 3, n. 8, p. 471–474, 1987.

BRUSCA, R. & BRUSCA, G. J. Invertebrados. 2ª ed. Editora Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. p. 968, 2007.

CAPA, M.; HUTCHINGS, P.A. & PEART, R. Systematic revision of Sabellariidae Johnston, 1865 (Polychaeta) and relationships with other polychaetes. **Zoological Journal of the Linnean Society**,

London, v. 164, p. 245–284, 2012.

CALINE, B.; GRUET Y.; LEGENDRE, C.; LE RHUN, J.; L'HOMER, A.; MATHIEU, R. & ZBINDEN, R. The Sabellariid reefs in the bay of Mont Saint-Michel, France. Ecology, Geomorphology, Sedimentology, and Geologic Implications. Stuart, **Florida Oceanographic Society, Contributions to Marine Science**. p. 156 1992.

COLEMAN, F. C. & WILLIAMS, S. L. Overexploiting marine ecosystem engineers: potential consequences for biodiversity. **Trends in Ecology & Evolution**, v.17, p. 40-44,2002.

HARTMAN,O. Polychaetous Annelids. Part VI. *Paraonidae, Magelonidae, Longosomidae, Ctenodrilidae, and Sabellariidae*. **Allan Hancock Pacific expeditions**. v. 10, p. 311–389, 1944.

KIRTLEY, D. W. & Tanner, W. F. Sabellariid worms - builders of a major reef type. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 38, p. 73-78, 1968.

McCARTHY, D. A; Young, C. M.; Emson, R. H. Influence of wave-induced disturbance on seasonal spawning patterns in the sabellariid polychaete *Phragmatopoma lapidosa*. **Marine Ecology Progress Series**, p. 123-133, 2003.

ZALE, A. V.; MERRIFIELD, S. G. Species profiles: life histories and environmental requirements of coastal fishes and invertebrates (South Florida) - reef building tube worm. **Biological Report**, v. 82, p. 1–12, 1989.

## O USO DE MODELOS DIDÁTICOS COMO METODOLOGIA COMPLEMENTAR PARA O PROCESSO DE APRENDIZAGEM DA PARASITOLOGIA NOS DIFERENTES SEGMENTOS

### **Andréia Carolinne de Souza Brito**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ

### **Carlos Eduardo da Silva Filomeno**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Shayane Martins Gomes**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Thainá Melo**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Ludmila Rocha Lima**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Thayssa da Silva**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Luciana Brandão Bezerra**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Aline Aparecida da Rosa**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Bruno Moraes da Silva**

Universidade Estácio de Sá  
Rio de Janeiro – RJ

### **Elisangela Oliveira de Freitas**

Centro Universitário Universus Veritas  
Rio de Janeiro - RJ

### **Alexandre Ribeiro Bello**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ

### **José Roberto Machado-Silva**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Renata Heisler Neves**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ

**RESUMO:** As parasitoses são provocadas por helmintos e protozoários, representando um grande problema de saúde pública. Apresentam grande distribuição geográfica, podendo ocorrer tanto em áreas urbanas quanto rurais. No Brasil, nove DTNs (Doenças Tropicais Negligenciadas) afetam a população, das quais sete implicam em notificação obrigatória, devido à sua gravidade e consequências socioeconômica, dentre elas algumas são parasitoses. Diante dessa problemática, o ensino da Parasitologia no ensino básico e superior, e em ambientes não formais torna-se de extrema importância. Com isso, o uso dos modelos didáticos se apresenta como um facilitador do ensino-aprendizagem nos diferentes seguimentos. Foram elaborados modelos representativos de algumas parasitoses de importância médica no Brasil tais como: *Giardia lamblia*, *Enterobius vermiculares*,

*Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Pediculus humanus*, proglote de *Taenia* sp, *Leishmania* sp e *Trypanosoma cruzi*. Os modelos foram confeccionados em parte ou em sua totalidade em biscuit (massa de porcelana fria) e são acompanhados por fichas de identificação contendo o nome científico do gênero e/ou espécie e a representação dos principais componentes dos parasitoa. Esses modelos foram aplicados durante as intervenções da Liga de Parasitologia da UERJ em ambiente formal de ensino (salas de aula, laboratórios e auditórios) e não formal (feiras de ciências e feiras demonstrativas em locais públicos) junto a explicações sobre saúde e higiene. Além disso, os modelos são usados durante as aulas práticas da graduação promovidos pela Disciplina de Parasitologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro para os cursos Ciências Biológicas, Medicina, Enfermagem e Nutrição, indicando quão amplo é o uso e a faixa etária que os modelos didáticos podem ser utilizados. Durante as atividades, os alunos tiveram a oportunidade de manusear os modelos e visualizar algumas estruturas que compõem esses organismos, que se tornaria impossível utilizando apenas os microscópios ópticos e os espécimes fixados. Ao longo das atividades os alunos (espaços formais escolares e universitários) e os populares (espaços não-formais) se mostraram bastante interessados nos modelos, indicando como o uso dessa estratégia de ensino torna as aulas mais interessantes e estimulantes para os alunos e facilita o aprendizado da população leiga.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelos didáticos, Parasitologia, Atividades lúdicas, Ensino e Aprendizagem.

## THE USE OF DIDACTIC MODELS AS A COMPLEMENTARY METHODOLOGY FOR THE PARASITOLOGY LEARNING PROCESS IN THE DIFFERENT SEGMENTS

**ABSTRACT:** Parasitosis are caused by helminths and protozoa, representing a major public health problem. They present a great geographical distribution, being able to occur in both urban and rural areas. In Brazil, nine NTDs (Neglected Tropical Diseases) affect the population, and seven of which imply in mandatory notification due to their severity and socioeconomic consequences, some of which are caused by parasites. Faced with this problem, the teaching of Parasitology in primary and superior education, and in non-formal environments becomes extremely important. Thus, the use of didactic models presents itself as a facilitator of teaching-learning in different segments. Representative models of some parasites of medical importance in Brazil were elaborated, such as: *Giardia lamblia*, *Enterobius vermiculares*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Pediculus humanus*, proglottis of *Taenia* sp, *Leishmania* sp and *Trypanosoma cruzi*. All models were partially or entirely made of biscuit (cold porcelain mass) and accompanied by identification cards containing the scientific name of the genus and / or species and the representation of their main components of parasites. Those models were applied during interventions of the League of Parasitology of the UERJ in a formal teaching environment (classrooms, laboratories and auditoriums) and non-formal (science fairs and demonstration fairs in public places) along with explanations on health and hygiene. In addition, the models are used during the practical undergraduate classes promoted

by Discipline of Parasitology of the School of Medical Sciences of Rio de Janeiro State University to Biological Sciences, Medicine, Nursing and Nutrition courses, indicating how broad is the use and the age range that didactic models can be used. During the activities, the students had the opportunity to manipulate the models and visualize some structures that make up these organisms, which would become impossible using only the optical microscopes and the fixed specimens. Throughout the activities, students (school and university formal spaces) and the population (non-formal spaces) were very interested in the models, indicating how the use of this teaching strategy makes the classes more interesting and stimulating for the students and facilitates the learning of the lay population.

**KEYWORDS:** Didactic models, Parasitology, Play activities, Teaching and Learning.

## INTRODUÇÃO

### Doenças Tropicais negligenciadas (DTN) e Parasitoses no Brasil

As Doenças Tropicais Negligenciadas (DTNs) incluem um conjunto de doenças crônicas debilitantes que afetam, principalmente, os menos favorecidos, que vivem em áreas de ambientes urbanos e rurais de países tropicais e subtropicais, ocorrendo predominantemente nos países em desenvolvimento e, sendo responsáveis por elevada morbidade e mortalidade da população (ROSÁRIO et al., 2017).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o termo negligenciada está relacionado ao fato dessas patologias não despertarem o interesse da indústria farmacêutica e, além disso, por estudos sobre o assunto contarem com pouco financiamento por agências de fomento (SOUZA, 2010).

As DTNs estão presentes em 149 países que abrangem regiões da África, Américas, Leste do Mediterrâneo, Europa, Sudeste da Ásia e Oeste do Pacífico, onde seu impacto direto pode ser observado na saúde, educação, agricultura e economia. As DTNs pode ser causadas por parasitos (helmintos e protozoários), bactérias, vírus, fungos e ectoparasitos (LINDOSO e LINDOSO, 2009).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, existem 17 doenças tropicais negligenciadas (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2010), porém, as prevalentes na população da América Latina e, em especial, no Brasil, são: dengue; malária; doença de Chagas; equinococose (hidatidose); esquistossomose; fasciolíase; filariose linfática; raiva; leishmaniose; hanseníase; oncocercose; teníase, cisticercose, tracoma e outras infecções transmitidas pelo solo, as geohelmintíases (ascaridíase, ancilostomíase e tricuriase). No Brasil, a maioria da população mais pobre está infectada com uma ou mais DTNs, onde são mais prevalentes nas regiões Nordeste e Norte do país, em que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é mais baixo (Martins-Melo et al, 2016; ALBUQUERQUE et al., 2017).

Por se tratarem de morbidades intimamente ligadas a população pobre, o não combate dessas patologias faz com que esse ciclo nunca acabe. Portanto, é importante

ressaltar que haja medidas de combate, tratamento e prevenção de tais parasitoses. Segundo o Guia de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, as medidas de prevenção e controle podem variar de acordo com cada parasitose. No entanto, a prevenção, o controle, ações de educação em saúde e saneamento ambiental são medidas comuns a todas elas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017)

## **ENSINO DE CIÊNCIAS**

O recurso metodológico utilizado em um ambiente de aprendizagem necessita ultrapassar os limites estabelecidos por um livro didático para despertar um real interesse dos receptores (SANTOS et al, 2011). O processo de aprendizagem ao se transmitir uma disciplina complexa como ciências pode ser árduo na medida em que os alunos não conseguem associar o conteúdo passado a uma aplicação cotidiana. Por isso, o uso de abordagens prática de ensino de ciências, pautadas em metodológicas diferenciadas se torna uma alternativa para um melhor entendimento e aplicabilidade no dia a dia (SANTOS et al, 2015).

Estudar e abordar de forma lúdica as temáticas em ensino de ciências no contexto da parasitologia, educação e saúde, é tentar incorporar nas pessoas (alunos/público alvo) um espírito questionador através das atividades desenvolvidas, pelas abordagens prática e dinâmica com que o conteúdo é transmitido, exigindo dedicação não somente do aluno, mas também do professor que precisará ultrapassar os limites de um currículo formal ao priorizar um modelo de ensino de ciências destinado a formação de cidadãos críticos e engajados (NASCIMENTO et al, 2013).

Pensando em melhorar a compreensão dos conteúdos de parasitoses e educação e saúde, modelos didáticos foram implementados como recurso metodológico incentivador e estimulador do ensino de ciências, em diferentes faixas etárias e em ambientes escolares, universitários e espaços não formais. A abordagem metodológica utilizada fora complementar a palestras informativas do conteúdo programático, seguidas de exposição de espécimes parasitológicos visíveis a olho nu (fixados em formol) ou em lâminas histológicas com auxílio de microscópio de campo claro, onde através dos questionamentos e dúvidas sobre a temática abordada, foi capaz de se produzir conhecimento.

## **IMPORTÂNCIA DOS MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO-APRENDIZAGEM**

A forma de administração das aulas é uma das muitas dificuldades encontradas pelos professores do ensino fundamental e médio, e até mesmo dos docentes do ensino superior. A busca de metodologias ativas e diferentes tem sido bastante discutida como facilitador da aprendizagem. A visualização de uma estrutura em três dimensões é uma boa estratégia para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Utilizar os modelos didáticos, que são representações, produzidos, a partir de material concreto,

de estruturas ou de partes de determinadas estruturas biológicas, torna-se uma opção viável e bastante eficaz para ilustração nas aulas de ciências e biologia (JUSTINA e PERLA, 2006). Vale a pena ressaltar que a utilização de modelos didáticos como ferramenta de ensino, possibilita que o professor apresente seus conhecimentos de uma maneira mais prática, simples e de forma menos complexa aos alunos, visto que esta estratégia permite ao professor apresentar o conteúdo de maneira mais palpável e de melhor compreensão (DANTAS *et al*, 2016).

Porém, a utilização dos modelos didáticos apresenta como desafio, o fato de ser necessário deixar bem claro para os alunos que o modelo didático apesar de tentar reproduzir com detalhes e de maneira mais fiel possível ao processo biológico ou estrutura biológica, ele jamais será idêntico ao real. É preciso, minimizar as interpretações equivocadas evitando desta forma o comprometimento do aprendizado (DANTAS *et al*, 2016). Promover discussões com os alunos sobre as possíveis diferenças entre o modelo didático e o real torna o aprendizado mais efetivo (MELO e NETO, 2012).

Diante de tantas dificuldades na apresentação de conteúdos abstratos e estruturas de tamanho microscópicos, a inserção de recursos didáticos diversificados nas aulas resulta em um melhor entendimento e assimilação dos conteúdos abordados, promovendo o processo de ensino/aprendizagem, melhorando sua qualidade e estimulando o senso crítico e a participação dos alunos durante as aulas. Nesta perspectiva, o professor, além de tornar as aulas mais dinâmicas, despertará o interesse nos alunos, envolvendo-os ativamente no processo de ensino-aprendizagem.

## **OBJETIVO**

O presente trabalho propõe uma abordagem pedagógica baseada em uma metodologia lúdica complementar a educação básica, a fim de facilitar o ensino e o aprendizado de parasitologia, através do desenvolvimento de modelos didáticos representativos de alguns parasitos (helmintos, protozoários e artrópodes), estimulando assim, a curiosidade e interesse dos presentes sobre parasitoses, e a importância de práticas de educação e saúde para um bem estar pessoal e coletivo.

## **METODOLOGIA**

A Disciplina de Parasitologia possuía em seu acervo alguns modelos didáticos que representavam parasitoses de importância médica. A fim de alimentar esse acervo foram confeccionados outros modelos que representassem outras parasitoses de grande impacto para o bem estar social.

Os novos modelos utilizados durante as atividades da Disciplina de Parasitologia da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) foram confeccionados seguindo alguns critérios definidos por Cerqueira e

Ferreira (1996) como:

- Tamanho: os modelos não deveriam ser pequenos demais para não dificultar a visualização de seus componentes, nem grande para não prejudicar visão global;
- Aceitação: os modelos não poderiam provocar rejeição ao manuseio ou possuir componentes que ferissem ou irritassem a pele;
- Fidelidade: o modelo deveria possuir uma representação tão exata quanto possível do espécime;
- Facilidade e manuseio: o modelo deveria ser simples e de manuseio fácil, proporcionando uma prática de utilização;
- Resistência: os materiais utilizados não deveriam estragar com facilidade, considerando o frequente manuseio;
- Segurança: os modelos não deveriam oferecer perigo.

Visto isso, todos os novos modelos foram confeccionados após uma extensa pesquisa de imagens em livros didáticos e sites governamentais/institucionais e os materiais utilizados para sua confecção foram de fácil acesso, como:

- Biscuit (massa de porcelana fria)
- Isopor
- Resina
- Tinta de tecido (cores variadas)
- Argila
- Arame

Dependendo do modelo foram utilizados procedimentos diferentes para a confecção.

Os procedimentos utilizados para a confecção dos modelos de *Leishmania* sp. e *Trypanosoma cruzi* seguiu o seguinte protocolo:

1. Primeiramente foi confeccionado um molde de argila para as formas promastigotas (*Leishmania* sp.), epimastigotas e tripomastigotas (*Trypanosoma cruzi*) e utilizado meia bola de isopor para as formas amastigotas;
2. Esses moldes foram cobertos por biscuit (cor natural);
3. Após a secagem do biscuit, os moldes foram retirados e o interior do modelo foi preenchido com resina;
4. Antes que ocorresse a solidificação total da resina, foram tingidos com tinta de tecido algumas quantidades de biscuit e confeccionados as organelas;

Procedimentos utilizados para a confecção dos modelos de *Pediculus humanus* e proglote de *Taenia* sp:

1. Primeiramente foi confeccionado um molde de isopor na forma de *Pediculus humanus* e outra na forma da proglote de *Taenia* sp;
2. Esses moldes foram envoltos por biscuit tingidos com a cor marrom para o *P. humanus* e na cor pele para a proglote;
3. No interior das patas do *P. humanus* foram colocados arame para que elas se encaixassem no corpo do inseto;
4. Após a secagem do biscuit, foram tingidos com tinta de tecido algumas quantidades de biscuit e confeccionados as organelas da proglote;

Com adição desses novos modelos, a Disciplina de Parasitologia passou a possuir os modelos didáticos de helmintos (*Enterobius vermiculares*, *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e proglote de *Taenia* sp), protozoários (*Giardia lamblia*, *Trypanosoma cruzi* e *Leishmania* sp) e um artrópode causador de uma ectoparasitose (*Pediculus humanus*).

Todos os modelos são acompanhados de uma ficha explicativa contendo a imagem do modelo e suas principais organelas devidamente identificadas.

Os modelos foram utilizados na educação infantil, ensino básico (fundamental e médio) e superior, e em ambientes não-formais (parques, praças e eventos) em atividades promovidas pela Disciplina de Parasitologia (FCM/UERJ).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

O projeto de confecção dos modelos didáticos iniciou-se com o objetivo de trazer ferramentas que simplificassem o processo de ensino e aprendizagem em diversas esferas do conhecimento. Foram confeccionados modelos didáticos de 8 (oito) parasitoses de importância médica para o Brasil (Figura 1). Esses modelos possibilitaram a identificação das formas e visualização de algumas estruturas que compõem esses organismos, que tornaria impossível utilizando apenas as lâminas histológicas observadas em microscópios ópticos e os espécimes fixados em formol.

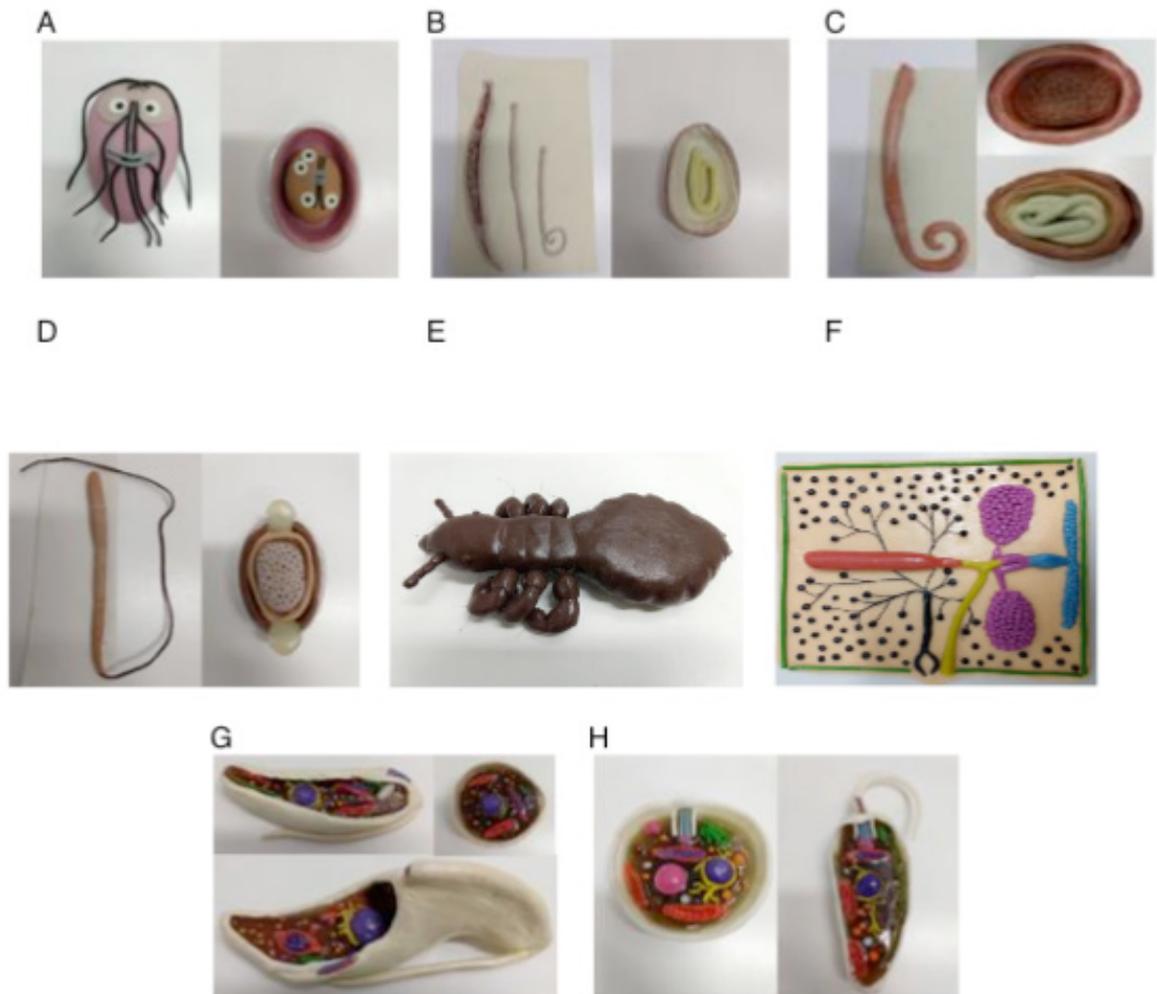


Figura 1: A) *Giardia lamblia* e cisto; B) *Enterobius vermicularis* e ovo; C) *Ascaris lumbricoides*, ovo infértil e ovo embrionado; D) *Trichuris trichiura* e ovo; E) *Pediculus humanus*; F) Proglote de *Taenia* sp.; G) Formas evolutivas de *Leishmania* sp (promastigota e amastigota) ; H) Formas evolutivas de *Trypanosoma cruzi* (epimastigota, tripomastigota e amastigota).

Os modelos didáticos permitem uma aproximação do conceito pressuposto pelo professor em sala de aula com existência de algo “real”, “concreto” do saber. Com isso, a aplicação dessa nova ferramenta na construção do conhecimento permite que as informações não se tornem apenas limitada a pressupostos teóricos, mas sim contribuam para a formação de um pensamento crítico com aplicabilidade dentro e fora do ambiente escolar (COSTA; *et al.* 2017).

A ferramenta desenvolvida na Disciplina de Parasitologia (FCM/UERJ) permite a aplicabilidade do mesmo recurso em diferentes escalas do conhecimento (educação infantil, ensino fundamental, médio e graduação), com isso, um dos principais pontos positivos da confecção dos modelos didáticos foram justamente conseguir abordar assuntos de extrema importância da parasitologia para a educação em saúde na sociedade.

O desenvolvimento infantil é um processo dinâmico, pois as crianças não são mera receptoras das informações a sua volta. Segundo Wallon, na fase de 1-3 anos de idade, a criança desenvolve a inteligência prática e a capacidade de simbolizar (Craidy

e Kaercher, 2007). Durante as atividades com as crianças da Educação infantil, as explicações sobre parasitoses foram realizadas juntos com os modelos (Figura 2). As crianças ficaram bastante interessadas nos modelos, pois puderam manuseá-los livremente, sempre que questionados sobre o que eram aquelas parasitoses, onde se encontravam no corpo, como faziam para se prevenir, as crianças respondiam que forma correta. Isso mostra que os conhecimentos foram sedimentados nas crianças.



Figura 2: Crianças da educação infantil interagindo com os modelos didáticos.

Pode-se salientar que os modelos apresentam uma grande flexibilidade no quesito do conhecimento – em cada escala da aprendizagem existe um objetivo a ser alcançado. No caso dos alunos do ensino fundamental, o principal alvo seria “promover o conhecimento crítico que tenha importância para a vida em sociedade” (COSTA *et al.* 2017).

Durante as atividades desenvolvidas pelos Projetos de Extensão (LIPAR e EDUCAC PARASITO) da Disciplina de Parasitologia cadastrados na Faculdade de Medicina da UERJ, aplicadas aos alunos do ensino fundamental, estes se mostraram bastante entusiasmados com os modelos didáticos (Figura 3), visto que podiam manuseá-los, aproximando-os de um mundo onde só tinham visto de maneira teórica a Parasitologia ou até mesmo desconheciam o assunto. Esse manuseio dos espécimes em biscuit foi realizado junto com as explicações dadas pelos alunos dos Projetos de Extensão da Disciplina de Parasitologia sobre parasitoses, e aos serem (os alunos) questionados sobre o assunto conseguiam reproduzi-los com quase exatidão após todo o processo de aprendizagem.



Figura 3: Alunos do ensino fundamental manuseando os modelos durante a explicação sobre parasitoses dada pelos alunos do projeto de extensão da Disciplina de Parasitologia

Segundo Guimarães (2016), os estudantes quando chegam à etapa final da educação básica (ensino médio) apresentam diversas dificuldades em associar a base do conhecimento teórico que foi adquirida nos anos anteriores com a sua realidade, ou seja, o que foi aprendido em teoria existe sim uma aplicabilidade na realidade do cotidiano.

Nas atividades do projeto de extensão para alunos do ensino médio inicia-se com uma palestra sobre parasitoses, e depois seguida de uma aula prática onde, os alunos são encaminhados à visualização dos espécimes em lâminas ou fixados e dos modelos. Durante as atividades, os alunos ficaram bastante interessados nos modelos, visto que conseguiam observar os modelos estruturas que não conseguiam visualizar nos espécimes vistos em microscópio ou fixados em formol (Figura 4).



Figura 4: Alunos do ensino médio observando os modelos durante a explicação sobre parasitoses dada pelos alunos do projeto de extensão da Disciplina de Parasitologia

Os acadêmicos do ensino superior são normalmente apresentados a um conteúdo maçante teórico ao decorrer do curso em que escolhem. Todavia, a compreensão desse saber se torna revitalizada a partir do momento em que ocorre uma mediação entre as imagens esquemáticas apresentadas durante as aulas de parasitologia com a aplicação de modelos didáticos palpáveis em atividades de aulas práticas (ROVEDA e ISAIA, 2016).

Na atividade realizada com alunos de graduação e pós-graduação (Figura 5), muitos já tinham conhecimentos sobre parasitoses, tratamento e prevenção, mas não tinham contato com os seus causadores. Foi observado o interesse pelos modelos, principalmente por poder manuseá-los e estudar suas estruturas que muitas vezes ficam imperceptíveis mesmo vistos em microscópios.

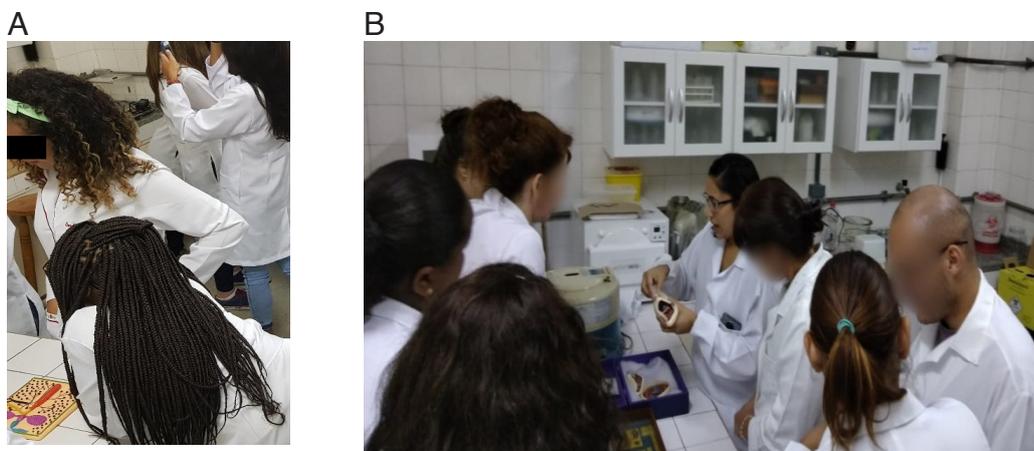


Figura 5: Alunos do ensino superior observando os modelos durante a explicação sobre parasitoses dada pelos alunos do projeto de extensão da Disciplina de Parasitologia. A) Alunos de graduação. B) Alunos de pós-graduação.

De acordo com Predebon e Pino (2009), os modelos didáticos permitem uma aproximação dos alunos com o contexto investigativo, pois, anteriormente o ensino era limitado à capacidade de memorização dos conteúdos expostos pelo professor – a partir do momento em que ocorre a aplicação dessa nova estratégia metodológica, os alunos realizam o processo de aprendizagem de forma espontânea, ou seja, acontece naturalmente.

O corpo humano é adaptado para identificar objetos, texturas e sons que juntos realizam uma ligação do indivíduo com o mundo externo. Essa ligação pode ser justificada devido à presença de diversos sentidos que contribuem para a percepção e captação de uma determinada informação (SALAVERRÍA, 2014).

A educação inclusiva é um dos desafios de extrema importância para o professor de todos os níveis de ensino, pois o aluno apresenta dificuldades em reconhecer e identificar algumas estruturas que são de extrema importância para que haja o avanço no ensino científico, por exemplo. É função do sistema educacional proporcionar o acesso de todos à educação e nesse sentido, o professor que é o principal responsável pela mediação do conteúdo, precisa buscar recursos metodológicos que possibilitem o

processo de ensino e aprendizagem (MOURÃO *et al.* 2018).

É importante ressaltar que, uma das estratégias estabelecidas pelos projetos de extensão da Disciplina de Parasitologia foi justamente criar um recurso que auxiliasse na inclusão desses alunos que necessitam de um estímulo para a construção de determinados conceitos e fenômenos (OLIVEIRA, *et al.* 2016).

Durante atividades com alunos especiais (Figura 6) a junção do uso de modelos fixados em formol ou visualizados em microscópio com os modelos didáticos possibilitaram uma maior compreensão por parte dos indivíduos, onde puderam manusear os modelos, visualizando e tateando cada estrutura.



Figura 6: Alunos da educação especial observando os espécimes fixados juntos com modelos durante a explicação sobre parasitoses dada pelos alunos do projeto de extensão da Disciplina de Parasitologia

Muitas vezes a comunidade precisa ser lembrada ou até ensinada sobre parasitoses e sua prevenção, além de diversos hábitos de higiene que foram esquecidos ao longo da vida ou nunca aprendidos devido a condições de moradia e saneamento básico precário.

A versatilidade no uso dos modelos didáticos vai além dos espaços formais de ensino, em ambientes não formais o uso deles torna-se um facilitador para a aprendizagem, principalmente de pessoas que nunca tiveram contato com as parasitoses e só as conhecem através de conhecimentos populares passados oralmente através de pais, avôs e bisavôs.

Assim, os Projetos de Extensão (LIPAR e EDUCAC PARASITO) da Disciplina

de Parasitologia (FCM/UERJ) visa perpetuar conhecimentos que vão além da escola e cheguem as comunidades. Nas atividades ocorridas em ambientes não formais de ensino (Figura 7), durante as explicações sobre parasitoses fornecidas pelos alunos dos projetos de extensão, pode-se observar uma mescla de curiosidade, surpresa e algumas vezes até receio de tocar nos modelos. Nestas atividades, o público alvo não é específico como em uma sala de aula, é um público misto, onde interagem diversas idades e níveis de conhecimento e cultura diferentes e onde ocorre uma rica troca de saberes.



Figura 7: Populares observando os modelos durante a explicação sobre parasitoses dada pelos alunos do projeto de extensão da Disciplina de Parasitologia. A) Quinta da Boa Vista. B) Museu Nacional. C) Projeto AMAR

Com isso, esses modelos se mostraram importantes ferramentas que vieram nos auxiliar na promoção da educação em saúde no tema da Parasitologia – visto que, as parasitoses são consideradas um grave problema de saúde pública que afeta a população em diferentes faixas etárias e níveis socioeconômicos (BRAGA *et al.* 2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aprender é o princípio básico do ensino e atualizar /reciclar conhecimentos em ambientes escolares e não escolares é de grande relevância para o cotidiano dos afetados e de seus familiares. O ensino de Parasitologia, atrelado a metodologias alternativas e ativas de ensino através do uso de modelos didáticos é de grande importância para um melhor entendimento em educação e saúde, como prevenção e controle de muitas doenças.

Este trabalho se propôs em mostrar a importância do ensino lúdico como ferramenta facilitadora do processo de aprendizagem, visto que a reprodução de protozoários e helmintos em forma de modelos táteis/palpáveis foram capazes de estimular o interesse e curiosidade do público receptor, levando-os a um maior questionamento das situações vivenciadas ligadas a transmissão desses parasitos, e de que forma micro ou macro esses organismos representados podem afetar a vida da população, e como os indivíduos podem se portar a fim de evitar uma dessas doenças.

Sendo assim, as intervenções realizadas pelos projetos de extensão da Disciplina de Parasitologia em espaços não formais de ensino e espaços formais (escolas e universidades) e para diferentes públicos alvos e idades, baseadas no processo de aprendizagem através de modelos didáticos macroscópicos e representativos, favoreceram o ensino de Parasitologia, diminuindo a distância entre o complexo conhecimento teórico e a prática.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, MAC.; DIAS, DM.; VIEIRA, LT.; LIMA, CA.; SILVA, AM. Mortality Trends for Neglected Tropical Diseases in the State of Sergipe, Brazil, 1980–2013. *Infectious Diseases of Poverty*, 6:20, 2017
- BRAGA, CTN.; AVELLAR, MBC.; CARDOSO, MCBS.; HAUEISEN, MP.; ALVARENGA, JSC.; Modelos didáticos para o ensino de ascaridíase. *Rev. Sinapse Múltipla*. 7(2):160-164, 2018.
- CERQUEIRA, J.B, FERREIRA,, E.M.B. Os recursos didáticos na educação especial. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, n.5, p.1-6, 1996.
- COSTA, IG.; PAULA, IL.; GONTIJO, LM. *et al.*; Intervenções educativas sobre parasitologia no ensino fundamental: a necessidade de inserir novas metodologias. *Rev. Tecer*, Belo Horizonte, 10(18): 54-63 2017.
- DANTAS, A.P.J, DANTAS, T.A.V, DE FARIAS, M.I.R, DA SILVA, R.P, DA COSTA, N. P. Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. III CONEDU Congresso nacional de educação, 2016.
- GUIMARÃES, EG.; CASTRO, LS.; BAUTZ, KR.; ROCHA, GL.; O uso de modelo didático como facilitador da aprendizagem significativa no ensino de biologia celular. *Rev. UNIVAP*. 22(40): 1-5. 2016.
- JUSTINA, LAD. & FERLA, MR. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. *Arq Mudi*, v. 10, n. 2, p. 35-40, ago. 2006.
- LINDOSO, JAL.; B.P. LINDOSO, AABP. Neglected Tropical Diseases in Brazil. *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* 51(5):247-253, 2009.
- MARTINS-MELO, FR.; RAMOS JR, AN.; ALENCAR, CH.; HEUKELBACH, J. Mortality from neglected tropical disease in Brazil, 2000-2011. *Buul World Hearth Organ*, 94:103-110, 2016.
- MELO, MR.; NETO, EGL. Dificuldades de ensino e aprendizagem dos modelos atômicos em química. *Química Nova Escola*, v. 35, n. 2, p. 112-122, maio 2013.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Guia de Vigilância em Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Volume 3, 1º Edição, Brasília, 2017
- MOURÃO, SC.; COSTA, EF.; CAMPOS, ACV.; SIQUEIRA-SILVA, DH.; SANTOS, SC.; Prospecção de material didático utilizado no processo de ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência. *Rev. Diálogos e Perspectivas em Educação Especial (RDPEE)*. 5(2):121-132. 2018.
- NASCIMENTO, AMD.; JUNIOR, WLJ.; SANTOS,RLC.; DOLABELLA, SS.;Parasitologia Lúdica: O jogo como agente facilitador na aprendizagem das parasitoses. *Scientia Plena*, Vol. 9, n.7, 2013
- OLIVEIRA, FM.; SILVA, JPR.; JESUS, CD.; ALMEIDA, S.; Material didático para a inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas práticas sobre o processo de cicatrização. *REVEDUC*. 10(1):273-287. 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Primeiro relatório da OMS sobre doenças tropicais negligenciadas: Avanços para superar o impacto global de doenças tropicais negligenciadas. Biblioteca OPAS, 2010

PREDEBON, F.; PINO, JCD.; Uma análise evolutiva de modelos didáticos associados às concepções didáticas de futuros professores de química envolvidos em um processo de intervenção formativa. Rev. IENCI. 14(2):237-254. 2009.

RODOVEDA, PO.; ISAIA, SMA.; Reflexão sobre as estratégias didáticas usadas pelos docentes da educação superior. Rev. Bras. de Iniciação Científica, 3(6): 224-248, 2016.

ROSÁRIO, MS.; OLIVEIRA, ML.; LIMA, CA.; VIEIRA, MA.; CARNEIRO, JA.; COSTA, FM. Doenças tropicais negligenciadas: caracterização dos indivíduos afetados e sua distribuição espacial. Rev. Bras. Pesq. Saúde, Vitória, 19(3): 118-127, 2017.

SALAVERRÍA, R. Multimedialidade: Informar para cinco sentidos. In: CANAVILHAS, J. (Org.). *Webjornalismo: 7 características que marcam a diferença*. Portugal: LabCom, p. 25-50, 2014.

SANTOS, AC.; CANEVER, CF.; GIASSI, MG.; FROTA, PRO.; The importance of teaching science from students' perspective in public schools in Criciúma, SC– Brasil. Revista Univap, São José dos Campos-SP, Vol. 17, n. 30, 2011.

SANTOS, CJS.; BRASILEIRO, SGS.; MACIEL, CMLA.; SOUZA, RD.; Ensino de Ciências: Novas abordagens metodológicas para o ensino fundamental. Rev. Monografias Ambientais, v.14, p.217-227, 2015

SOUZA, W. Doenças Negligenciada. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2010.

## ÓLEO DE COCO EXTRAVIRGEM: ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS ACARRETADAS PELA FRITURA E POR DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

### **Mariana Nunes de Lima Emídio**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Departamento de Alimentos, BH, MG

### **Ludmila Fernanda Souza de Oliveira**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Departamento de Alimentos, BH, MG

### **Lúcia Helena Esteves dos Santos Laboissière**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Departamento de Alimentos, BH, MG

### **Marina Campos Zicker**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Departamento de Alimentos, BH, MG

### **Renata Adriana Labanca**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Departamento de Alimentos, BH, MG

**RESUMO:** Objetivos: Investigar alterações físico-químicas e sensoriais do óleo de coco extravirgem (OCEV) acarretadas pela fritura e por diferentes condições de armazenamento. Métodos: Foram realizadas análises de índice de acidez (IA), peróxido (IP) e análise sensorial em amostras de OCEV. Estas foram: amostras novas e vencidas há 7 e 24 meses (lotes 1 (L1) e 2 (L2), respectivamente), armazenadas por 4 meses nas condições: refrigeradas, exposta à luz (RL1 e RL2); refrigeradas, protegidas da luz (RP1 e RP2); em temperatura ambiente, expostas à luz (AL1 e AL2); em temperatura

ambiente, protegidas da luz (AP1 e AP2) e amostras novas (N) dos respectivos lotes, além de uma amostra nova, não submetida ao calor (N) e duas coletadas após 5<sup>a</sup> e 10<sup>a</sup> fritura (T5 e T10, respectivamente). Resultados: O L2 apresentou IA maior em relação ao L1, sob mesmas condições. O IA das amostras refrigeradas foi menor em relação ao daquelas mantidas em temperatura ambiente. Dentre aquelas submetidas à fritura, a T10 alcançou maior IP. Na análise sensorial, a amostra N apresentou menor intensidade de cor e turbidez tanto em comparação às L1 e L2, quanto às T5 e T10. O odor característico de coco foi mais intenso na amostra N, em comparação às demais amostras. A viscosidade não foi diferente entre as amostras. Conclusão: Quanto maior o tempo de armazenamento, maior a degradação do OCEV. Refrigerar aumenta a estabilidade desse produto. O OCEV submetido à fritura apresentou alterações sensoriais significativas, mas sem comprometimento dos parâmetros físico-químicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Óleo de coco extravirgem; Alterações físico-químicas; Análise sensorial; Armazenamento; Fritura.

## EXTRA VIRGIN COCONUT OIL: PHYSICAL–CHEMICAL AND SENSORY CHANGES CAUSED BY DEEP-FAT FRYING AND BY DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

**ABSTRACT:** Objectives: The aim of this work was to investigate, physical–chemical and sensory characteristics of extra virgin coconut oil (EVCO) obtained by frying and by different storage conditions. Methods: Acidity index (AI), peroxide (IP) and sensorial analysis were performed on OCEV samples. These samples were: new and expired samples by 7 and 24 months (batches 1 (L1) and 2 (L2), respectively), stored for 4 months under refrigerated, exposed to light (RL1 and RL2); refrigerated, protected from light (RP1 and RP2); at room temperature, exposed to light (AL1 and AL2); at room temperature, protected from light (AP1 and AP2) and (N) and fresh samples (N) of the respective batches, in addition to a new sample, not submitted to heat (N) and two samples collected after the 5th and 10th frying (T5 and T10, respectively) . Results: The L2 showed higher AI than L1, both stored in the same conditions. The AI of the refrigerated samples was lower than AI of the samples maintained at room temperature. Among the samples submitted to frying, the T10 showed the highest IP. In the sensory analysis, N sample showed lower intensity of color and turbidity in comparison to L1 and L2, as well as to T5 and T10. The characteristic coconut odor was more intense in sample N, compared to others samples. The viscosity was not different between samples. Conclusion: The longer the storage time, the greater is the degradation of EVCO. Refrigeration increases physical-chemical stability of this product. The OCEV submitted to the frying presented significant sensorial alterations, but did not showed degradation of the physical-chemical parameters...

**KEYWORDS:** Extra virgin coconut oil; Physical–chemical changes; Sensory evaluation; Storage; Deep-fat frying.

### 1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com alimentação saudável é crescente nas últimas décadas, devido, principalmente, ao desenvolvimento da indústria alimentícia e de pesquisas que abordam o potencial de determinados alimentos na prevenção e tratamento de doenças crônicas não-transmissíveis (DCNTs) (MALTA; SILVA JÚNIOR, 2013; BRASIL, 2014;). Neste contexto, o óleo de coco extravirgem (OCEV) vem sendo amplamente estudado devido aos seus prováveis benefícios à saúde.

A maior parte dos triglicerídeos do OCEV é de cadeia saturada (cerca de 90%), sendo que aproximadamente 70% destes são de cadeia média (TCM). O óleo de coco é obtido do fruto *Cocos nucifera* L. (coco), e quando extraído da polpa fresca do fruto, sem aplicação de calor e de refinamento, é chamado de óleo de coco extravirgem, o que resulta em um produto de elevada qualidade nutricional e sensorial (THIEME, 1970; CALLADO; PAULA JR, 1999).

As características físicas, químicas e sensoriais do OCEV variam de acordo com

a origem e o método de obtenção do produto, período e condições de armazenamento do mesmo (DAYRIT et al. 2011; MANSOR et al. 2012). Esses fatores podem, portanto, interferir na vida útil do OCEV. O processo de fritura, por exemplo, pode resultar na formação de diversos produtos de decomposição, afetando a qualidade sensorial e nutricional do óleo (ARAÚJO, 2008; KHAN et al. 2011).

Para investigar a estabilidade físico-química do OCEV, análises de índice de acidez (IA) e de peróxido (IP) são úteis para identificar degradação por formação de ácidos graxos livres (AGLs) e pela oxidação (COSTA, 2006; ARAÚJO, 2008). Além disso, utiliza-se a análise sensorial para identificar possível degradação de um alimento, ou para estabelecer a vida de prateleira de produtos alimentícios (BIEDRZYCKI, 2008).

Diante do crescente aumento do consumo do OCEV por populações em todo o mundo, é de grande relevância investigar possíveis alterações ocorridas nas características físico-químicas e sensoriais do OCEV quando este é submetido à fritura e/ou a diferentes condições de armazenamento.

## 2 | MÉTODOS

### 2.1 Análise físico-química

Foram utilizadas amostras de uma mesma marca de OCEV adquirido no mercado consumidor de Belo Horizonte / MG. As amostras vencidas foram classificadas de acordo com o lote a que pertenciam, sendo lote 1 (há 7 meses vencida) ou lote 2 (há 24 meses vencida), e ainda de acordo com a condição de armazenamento, sendo elas: refrigeradas e exposta à luz ambiente (RL1 e RL2), refrigeradas e protegidas da luz ambiente (RP1 e RP2), em temperatura ambiente e expostas à luz ambiente (AL1 e AL2) e em temperatura ambiente e protegidas da luz ambiente (AP1 e AP2). As amostras novas (N) dos respectivos lotes também foram analisadas previamente.

Foram utilizadas ainda, amostras de outro lote de OCEV: duas coletadas em dois diferentes momentos do processo de fritura (T5 e T10), além da amostra nova *in natura*, aberta no momento da análise (N). Ao todo foram utilizadas 13 amostras para esta análise.

Todas as amostras vencidas foram armazenadas e suas respectivas temperaturas foram aferidas diariamente por termômetro digital com sensor externo. A temperatura média do armazenamento em temperatura ambiente foi de 23,9°C ( $\pm 1,8^\circ\text{C}$ ), e o armazenamento refrigerado em média de 4,8°C ( $\pm 2,6^\circ\text{C}$ ). Para análise das amostras novas *in natura*, armazenadas e submetidas à fritura foram determinados IA e IP.

Fritura: Uma quantidade de 1,0 Kg de batata inglesa (*Solanum tuberosum*) *in natura*, já descascada e picada em formato palito, foi agrupada em dez porções de 100g. Dos 500 mL de OCEV utilizados, foram aquecidos 460 mL a 180°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) em panela de aço inoxidável. Após atingir esta temperatura, foi adicionada a primeira

porção de batatas. Cada porção foi frita por imersão em sistema aberto por 5 minutos e 30 segundos. Após cada fritura aferiu-se a temperatura do óleo, por meio de um termômetro digital tipo espeto, e uma nova porção de batatas foi imersa, apenas quando o termômetro atingiu 180°C ( $\pm 5^\circ\text{C}$ ) (CHE MAN; WAN HUSSIN, 1998; KHAN et al. 2008; KHAN et al. 2011; SEMWAL, 2015; SRIVASTAVA, 2015). O processo de fritura foi de modo contínuo, sem reposição com óleo fresco. Foram retiradas três amostras de 40 mL de OCEV, uma nova, no momento da abertura da embalagem, e outras duas, após a 5<sup>a</sup>(T5) e a 10<sup>a</sup> fritura (T10) de batatas, para posteriores análises físico-químicas e sensoriais, realizadas imediatamente após o processo.

O IA foi analisado por método de acidez titulável, expresso em ácido láurico (%), conforme a American OilChemistsSociety (Ca – 5a40) (AOCS, 2009). O IP, expresso em milequivalentes de oxigênio ativo por kg de óleo (mEq de oxigênio / 1000g), foi determinado por método de titulação de acordo com a American OilChemistsSociety (Cd 8-53) (AOCS, 2003). As análises foram realizadas em triplicata, considerando o valor médio entre as análises.

Os valores médios obtidos foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA) e quando o valor F foi significativo - ao nível de 5% de significância - aplicou-se o teste de Tukey. Para a análise das amostras armazenadas e novas dos lotes 1 e 2, foi realizada ainda a comparação pareada, aplicando-se o teste T, também com 5% de significância (PIMENTEL-GOMES, 1999). O software utilizado para realizar a análise estatística dos resultados foi o GraphPad Prism® versão 7.00.

## 2.2 Análise Sensorial

A análise sensorial foi desenvolvida no Laboratório de Análise Sensorial e Estudos do Consumidor (LASEC) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em quatro etapas: Recrutamento de Voluntários, Seleção de Julgadores, Treinamento e Teste de Ordenação. Todos os testes foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP), conforme registro do protocolo: 031043/2017.

O recrutamento de voluntários apresentou como público alvo a comunidade acadêmica da Universidade. Requisitos considerados: idade entre 18 e 60 anos, não apresentar doença respiratória ou alergia respiratória em crise, não ter aversão ao coco ou seus derivados. Fumantes, gestantes, crianças e idosos foram enquadrados nos critérios de exclusão da pesquisa (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Considerando que o odor característico de coco é um importante atributo sensorial do OCEV e, posteriormente, seria avaliado na etapa final (Teste de Ordenação), foi aplicado o Teste de Reconhecimento de Odores na etapa de Seleção de Julgadores, objetivando-se selecionar aqueles com boa acuidade olfativa (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 199; DUTCOSKY, 1996). O teste foi aplicado para 76 candidatos, que foram instruídos a identificar, somente pelo odor, com os olhos vendados, 15 amostras de

produtos variados (ASTM, 1981).

As amostras utilizadas no Teste de Reconhecimento de Odores foram: amendoim torrado e moído; azeite de oliva extravirgem; canela em pó; coco ralado; cravo-da-índia; erva-doce; folha de louro desidratada; leite de coco; leite em pó integral; manteiga; mel; óleo de coco extravirgem (*in natura*); orégano desidratado; sabão de coco (barra) e vinagre de maçã. Todas as amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, envoltos por papel alumínio e fechados hermeticamente (STONE; SIDEL, 1985; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

A avaliação dos resultados ocorreu por meio da atribuição de pontos, conforme Dutcosky (1996), sendo atribuído para os acertos: três pontos; para associações muito relacionadas ao produto: dois pontos; termos ligeiramente relacionados: um ponto; termos incorretos ou espaço sem resposta: zero. Foram selecionados para o treinamento os julgadores que obtiveram maior número de acertos ( $\geq 50\%$ ), ou seja,  $\geq 22,5$  pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

A fase de treinamento se justifica por possibilitar que os julgadores se familiarizem com a metodologia e os termos utilizados na ficha de avaliação, garantindo julgadores aptos para o teste final (STONE; SIDEL, 1985; TEXEIRA, 2009). Nessa etapa os julgadores também assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O Treinamento foi realizado em três repetições, sendo que em cada uma os julgadores analisaram a intensidade de quatro atributos: cor, viscosidade, odor característico de coco e turbidez. Para cada atributo foram preparadas quatro amostras, totalizando, então, 16 amostras. Cada uma delas foi identificada com números aleatórios de três dígitos, diferente em cada repetição, e apresentadas em blocos completos balanceados (STONE; SIDEL, 1985; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991). A composição das amostras utilizadas nesta fase estão na tabela 1.

Atributo Sensorial	Composições	Amostras	Concentrações (%)
Cor	Corante amarelo* em solução 10% ácido acético	1	$6,4 \cdot 10^{-6}$
		2	$2,7 \cdot 10^{-5}$
		3	$4 \cdot 10^{-5}$
		4	$5,8 \cdot 10^{-5}$
Viscosidade	Gelatina em pó incolor	1	0
		2	14
		3	18
		4	22
Odor característico de coco	Solução OCEV em óleo mineral	1	10
		2	50
		3	80
		4	100
Turbidez	Solução Carboximetil-celulose (CMC)	1	2,5
		2	5
		3	10
		4	15

Tabela 1 - Treinamento de julgadores: composição das amostras

\*Corante amarelo para fins alimentícios - composição: água, álcool e corante artificial amarelo tartrazina; OCEV: Óleo de Coco Extravirgem.

Para os testes de odor característico de coco e de viscosidade foram atribuídos critérios de seleção diferentes dos demais (por se tratarem de testes com dificuldade moderada). Foram eliminados os seguintes candidatos, respectivamente: os que apresentaram pontuação inferior a 50% para cada atributo e/ou que em todas as repetições erraram todas as posições da ordem de pelo menos um dos atributos; candidatos que, em apenas duas repetições, erraram todas as posições da ordem de pelo menos um dos atributos; e candidatos cuja pontuação foi diminuindo ao longo das repetições, uma vez que é esperada a evolução com um número de acertos crescente ao longo dos testes para que o julgador seja considerado treinado (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987; TEXEIRA, 2009).

Os julgadores considerados treinados foram convocados para a realização da última etapa: Teste de Ordenação. Neste, as amostras foram apresentadas de maneira casualizada, balanceada, não-monádica e o delineamento aplicado foi o de blocos completos aleatorizados (STONE; SIDEL, 1985; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Foram realizados dois Testes de Ordenação para avaliar a ocorrência de alterações sensoriais, sendo um para verificar o impacto do tipo de armazenamento e outro para verificar os desfechos do processo de fritura. Em ambos os testes foram utilizadas 3 amostras de OCEV e o painel final foi composto por 12 julgadores, garantindo a aplicação do delineamento de blocos completos aleatorizados (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Por fim, no Teste de Ordenação, para a análise do OCEV submetido à fritura, foram utilizadas as amostras T5 e T10, além da amostra nova, aberta no momento da análise. Para verificar se as diferentes condições de armazenamento interferiram nas características sensoriais das amostras, foram utilizadas duas amostras de OCEV vencidas, retiradas dos mesmos lotes da análise físico-química, mantidas à temperatura ambiente e expostas à luz (AL1 e AL2), totalizando, então, 5 amostras. A escolha das amostras AL1 e AL2 para a análise sensorial baseou-se na intenção de reproduzir as mesmas condições em que os óleos são armazenados nos domicílios da população brasileira, proporcionando maior correlação e inferência com a realidade.

Na realização dos Testes de Ordenação os julgadores foram solicitados a colocar em ordem crescente de intensidade cada atributo avaliado: cor, viscosidade, odor característico de coco e turbidez. Os resultados obtidos foram avaliados por meio do teste de Friedman ao nível de 5% de significância (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

## **3 | RESULTADOS**

### **3.1 Análise Físico-Química**

Todas as amostras do lote 2 (L2) apresentaram aumento significativo do IA em relação às do lote 1 (L1), quando submetidas às mesmas condições de armazenamento.

Dentre as amostras do L1 a amostra que apresentou maior percentual do IA foi a AP. No que se refere ao IA as amostras AL, RP e N não apresentaram diferença significativa entre si, enquanto a amostra RL apresentou o menor valor, esse que não se diferenciou de N. Já no L2 a amostra AL apresentou maior IA, seguida da AP. As amostras RP e RL não diferiram significativamente entre si em relação ao IA, e a amostra N foi a que apresentou menor valor desse parâmetro (Figura 1).

As amostras do L1 e do L2 apresentaram IP abaixo do limite de quantificação, em todas as replicatas.

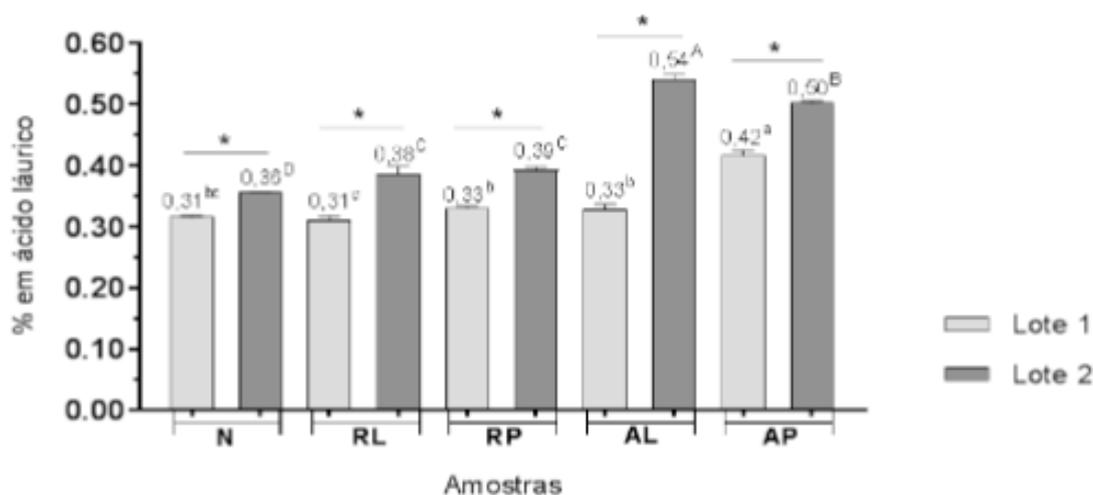


Figura 1 - Índice de acidez de amostras de OCEV dos lotes 1 e 2 novas e armazenadas sob diferentes condições de armazenamento

N: amostras novas; RL: amostras refrigeradas e exposta à luz ambiente; RP: amostras refrigeradas e protegidas da luz ambiente; AL: amostras em temperatura ambiente e expostas à luz; AP: amostras em temperatura ambiente e protegidas da luz. As letras a, b, bc e c representam ordem decrescente do índice de acidez para as amostras do L1 e A, B, C e D para as amostras do L2;

\*Diferença estatisticamente significativa, a 5% de significância, pelo Teste de Tukey, entre amostras de L1 e L2, sob as mesmas condições.

As amostras submetidas ao processo de fritura de batatas não apresentaram aumento de IA em nenhum dos tempos avaliados em relação à amostra N (Figura 2). Entretanto, o IP apresentou-se significativamente elevado na amostra T10. Embora tenha ocorrido aumento do IP na amostra T5 (0,70 meq.kg<sup>-1</sup>), esse valor não é estatisticamente diferente do valor de IP da amostra N (0,33 meq.kg<sup>-1</sup>) (Figura 3).

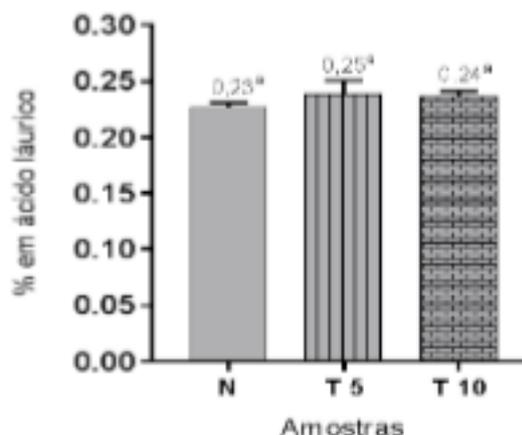


Figura 2 - Índice de acidez das amostras de OCEV nova e submetidas à fritura de batatas

N (Nova): amostra in natura, aberta no momento da análise; T5 (Tempo 5): amostra após 5<sup>a</sup> fritura; T10 (Tempo 10): amostra após 10<sup>a</sup> fritura. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si, a 5% de significância, pelo Teste de Tukey.

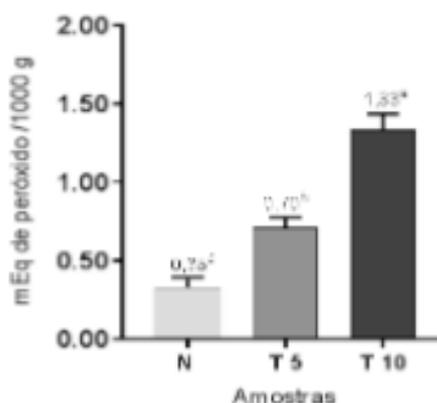


Figura 3 - Índice de peróxido das amostras de OCEV nova e submetidas à fritura de batatas

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si, a 5% de significância, pelo Teste de Tukey.

### 3.2 Análise Sensorial

Dentre os 76 julgadores recrutados no Teste de Reconhecimento de Odores, foram selecionados 31, para a fase do Treinamento, com pontuação entre 51 a 77,8%, naquele teste. Dos candidatos selecionados, somente 24 participaram da etapa de treinamento, por motivo de desistência dos demais. Por meio do Treinamento foram selecionados 12 julgadores que apresentaram o melhor desempenho, para compor o painel final do Teste de Ordenação.

Dentre os 12 julgadores a maior parte erado sexo feminino (75%), apresentava

idade entre 26 e 35 anos (66,7%), era estudante de graduação em Farmácia (66,7%) e possuía renda mensal média entre 1e5 salários mínimos (63,6%). O óleo relatado como o mais consumido pelos julgadores foi o óleo de soja (83,3%). O baixo consumo de óleo de coco pelos julgadores foi justificado por: falta de hábito e de conhecimento sobre o produto e pelo preço elevado do mesmo. Apesar disso, 83,4% dos julgadores relatam que estavam dispostos a utilizá-lo para fins culinários. Foi relatado ainda que a principal forma de armazenamento de óleos vegetais era em temperatura ambiente, local fresco, arejado e protegido da luz.

Em relação aos resultados do Teste de Ordenação, dentre os atributos avaliados, a viscosidade foi o único que não apresentou diferença perceptível entre a amostra nova e as amostras submetidas à diferentes condições de armazenamento e à fritura (Quadros 1 e 2).

Atributo Sensorial	Amostras		
Cor	L1 <sup>a</sup>	L2 <sup>a</sup>	N <sup>b</sup>
Viscosidade	N <sup>a</sup>	L1 <sup>a</sup>	L2 <sup>a</sup>
Odor característico de coco	N <sup>a</sup>	L1 <sup>ab</sup>	L2 <sup>b</sup>
Turbidez	L1 <sup>a</sup>	L2 <sup>a</sup>	N <sup>b</sup>

Quadro 1 - Resultado do teste de ordenação de amostras de OCEV armazenadas por diferentes períodos

L1 (lote 1): amostra armazenada por 7 meses após o vencimento; L2 (lote 2): amostra armazenada por 24 meses após o vencimento; ambas em temperatura ambiente sem proteção da luz; N (Nova): amostra aberta no momento da análise. Amostras seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si, por um valor maior ou igual ao valor crítico tabelado (12), a 5% de significância, pelo Teste de Friedman.

Atributo Sensorial	Amostras		
Cor	T10 <sup>a</sup>	T5 <sup>a</sup>	N <sup>b</sup>
Viscosidade	N <sup>a</sup>	T5 <sup>a</sup>	T10 <sup>a</sup>
Odor característico de coco	N <sup>a</sup>	T5 <sup>b</sup>	T10 <sup>b</sup>
Turbidez	T10 <sup>a</sup>	T5 <sup>ab</sup>	N <sup>b</sup>

Quadro 2 - Resultado do teste de ordenação de amostras de OCEV submetidas à fritura

N (Nova): amostra não aquecida, aberta no momento da análise; T5 (Tempo 5): amostra após 5ª fritura; T10 (Tempo 10): amostra após 10ª fritura. Amostras seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si, por um valor maior ou igual ao valor crítico tabelado (12), a 5% de significância, pelo Teste de Friedman.

Os L1 e L2 não apresentaram diferença entre si, em termos de intensidade de cor e turbidez, entretanto, ambos os lotes diferiram significativamente da amostra N

(Quadro 1). No que se refere ao atributo odor característico de coco, o L2 diferiu da amostra nova e do L1, apresentando menor intensidade (Quadro 1). Entretanto, em relação a esse atributo sensorial, a amostra L1 não se diferenciou da N, nem do L2 (Quadro 1). Alguns julgadores relataram que a amostra L2 apresentou odor de ranço, característico de sabão.

Em relação as amostras submetidas à fritura, a intensidade de cor aumentou ao longo do processo (Figura 4), sendo que a amostra N - que não passou por aquecimento - diferiu das amostras coletadas após a 5ª e 10ª fritura, porém essas duas amostras não diferiram entre si (Quadro 2). Em relação à intensidade de odor característico de coco, a fritura acarretou diferença entre a amostra N e as T5 e T10, entretanto, essas últimas não apresentaram diferença entre si (Quadro 2). Entretanto, o tempo decorrido durante a fritura não influenciou na perda da intensidade desses dois atributos sensoriais. No que se refere à turbidez, a amostra coletada após a décima fritura, quando comparada com a amostra nova, apresentou maior intensidade, já a amostra T5 não se diferiu da N nem da T10 significativamente (Quadro 2). As alterações na intensidade de cor e turbidez do OCEV submetido à fritura podem ser observadas na Figura 4.



Figura 4 - Amostras N, T5 e T10 submetidas à fritura de batatas

#### 4 | DISCUSSÃO

O IA é um importante parâmetro de qualidade em óleos, de acordo com órgãos que estabelecem padrões de identidade e qualidade (PIQs) dos óleos (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987). Todas as amostras do L2 apresentaram maior IA em relação ao L1, em todas as condições analisadas, o que evidencia uma associação positiva entre a degradação do OCEV e o tempo decorrido após o vencimento. Esses resultados corroboram com Sriwastava e colaboradores (2013), que verificaram que o armazenamento em temperatura ambiente por 12 meses, aumentou o IA dos óleos de coco, principalmente os do tipo extravirgem.

O tipo de armazenamento também foi determinante na estabilidade físico-química do OCEV, já que o IA das amostras refrigeradas (RL1, RL2 e RP1, RP2), com prazos de validade expirados, alcançaram valores de IA próximos aos das respectivas

amostras novas (N).

A exposição à luz se mostrou determinante na degradação das amostras do L2, uma vez que as amostras AL1 AL2 apresentaram maior IA em relação às amostras AP1 e AP2. Por outro lado, as amostras armazenadas à temperatura ambiente do L1 obtiveram resultados diferentes do esperado, pois a amostra AL1 apresentou menor IA em comparação com a AP1, o que demonstra que a exposição à luz, neste caso, não levou a degradação do OCEV. Esses resultados ocorreram apenas com o L1, e não estão de acordo com o que é encontrado na literatura científica (ARAÚJO et al. 2012; SRIVASTAVA; SEMWAL; SHARMA, 2013). Uma explicação possível é que além da exposição à luz, o IA também pode se alterar de acordo com: natureza e a qualidade da matéria prima, qualidade e grau de pureza e processamento do óleo (PNS, 2007), o que sugere que outros fatores, além daqueles controlados neste estudo, podem ter influenciado na degradação do OCEV do L1, desde a fabricação até o momento da análise.

Vale ressaltar que, desde o início do estudo, as amostras (N) dos lotes 1 e 2 registraram IA superiores aos PIQs do OCEV ( $\geq 0,2\%$ ), não estando de acordo com o recomendado (APCC, 2006; PNS, 2007;).

O IP das amostras novas e vencidas do L1 e L2 foi igual a 0,0 mEq de peróxido/1.000g de OCEV, o que sugere que o armazenamento não propiciou alterações dos valores de IP. Entretanto, a oxidação do óleo pode ter ocorrido, uma vez que na fase de indução pode ocorrer retardo da formação de peróxidos por ação de antioxidantes, e já na fase terminal, os peróxidos podem se decompor por serem instáveis quimicamente, podendo subestimar sua quantificação (RUKMINI; RAHARJO, 2010; ARAÚJO et al. 2012). Em estudo de Rukmini e Raharjo (2010), evidenciou-se correlação negativa entre IP e teor de clorofila encontrado em OCEV armazenado sem proteção de luz.

Em relação as amostras submetidas a fritura, além da alta temperatura, a composição da batata utilizada na cocção pode ter contribuído para o aumento do IP, já que a umidade e outros componentes presentes no alimento influenciam na formação de peróxidos durante a fritura (ARAÚJO et al. 2012). Embora tenha sido evidente o processo de degradação, observado pelo aumento do IP, este índice indicou baixa oxidação do OCEV por apresentar-se em conformidade com os valores aceitáveis ( $<3,0$  meq/1.000g) mesmo após dez frituras, de acordo com os PIQs do OCEV *in natura* fresco (APCC, 2006). Ghazali e colaboradores (2009), após a fritura, observaram uma taxa de formação de peróxidos significativamente maior no óleo de palma ( $P < 0,05$ ), do que no OCEV, que apresentou maior resistência à oxidação, fato atribuído ao seu menor nível de ácidos graxos insaturados. Por este motivo o óleo de coco é considerado estável e adequado para a fritura (BARRERA-ARRELANO, 2002; ICS, 2014; KUMAR; KRISHNA, 2015).

Em comparação com o IA, o IP demonstra ser o melhor para avaliação da estabilidade físico-química do OCEV submetido à fritura.

O armazenamento por tempo prolongado e sob condições desfavoráveis, assim como a fritura, geraram alterações físico-químicas e sensoriais nos OCEVs. Todos os atributos sensoriais avaliados, exceto a viscosidade, foram afetados negativamente pelas condições analisadas neste estudo.

A cor é um indicador da qualidade dos óleos vegetais (INDIAN STANDARD SPECIFICATION FOR COCONUTOIL, 2014). O OCEV é incolor, logo, as alterações de cor, que acontecem ao longo do armazenamento ou da fritura no mesmo, são facilmente perceptíveis. Fato que foi observado pelos julgadores no presente estudo, ao comparar as amostras utilizadas na fritura e as vencidas com as suas respectivas amostras novas.

A amostra nova apresentou odor característico de coco mais preservado em relação à amostra armazenada por mais tempo (L2), esta - segundo o relato dos julgadores - apresentou o odor de ranço, característico de sabão, o que indica importante degradação do óleo (KHAN et al. 2011; SRIVASTAVA; SEMWAL; SAJEEVKUMAR, 2017). O processo de fritura também afetou o odor característico de coco das amostras, resultando no aparecimento de odor rançoso.

A amostra nova de OCEV *in natura* é translúcida, enquanto as amostras vencidas (L1 e L2) apresentavam-se turvas, além de conter substâncias dispersas. Resultados semelhantes foram encontrados por Ng e colaboradores (2014), que compararam uma amostra de OCEV (100%) com emulsões de produtos variados. A turbidez das amostras contendo emulsões foi maior em relação a amostra pura de OCEV, comprovada pela análise da dispersão da luz. Embora no presente estudo todas as amostras sejam de OCEV puro, a turbidez variou de forma progressiva, na medida em que se aumentou o período de armazenamento ou o tempo de fritura, comprovando que a turbidez ocorreu provavelmente apenas pela degradação do produto.

É importante ressaltar que o presente estudo é o único que avaliou, em termos físico-químicos e sensoriais, amostras com prazo de validade ultrapassado, o que é importante como parâmetro de comparação com amostras novas.

## 5 | CONCLUSÃO

É possível concluir que manter o OCEV em temperatura ambiente e exposto à luz (condições sugeridas por fabricantes do OCEV), resulta na maior degradação físico-química e sensorial do produto, em relação ao armazenamento refrigerado e protegido da luz.

O tempo de armazenamento também influencia nas características físico-químicas e sensoriais do OCEV de forma gradativa, ou seja, quanto maior o período, maior a degradação.

Utilizar o OCEV em substituição a outros óleos vegetais para fritar gera alterações sensoriais indesejáveis, mas não ocasiona em degradação físico-química significativa.

Na utilização culinária do OCEV é necessário atentar-se para o período e condições de armazenamento, bem como para o número de frituras, se submetido a esse processo, para preservar a qualidade do produto.

A vida de prateleira e até o prazo de validade do OCEV podem ser prolongados, desde que sejam observadas condições ideais de armazenamento: sob refrigeração e protegido da luz.

## REFERÊNCIAS

American Oil Chemists Society (AOCS). **Free Fatty Acids. Sampling and analysis of commercial fats and oils**, Ca 5a - 40, 2009.

American Oil Chemists Society (AOCS). **Peroxide Value – Acetic Acid – Isooctano Methol. Sampling and analysis of commercial fats and oils**, Cd 8b-90, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **Guidelines for the selection and training of sensory panel members**. Philadelphia: ASTM, 1981.

ARAÚJO, Júlia Maria. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008.  
**Asian And Pacific Coconut Community (APCC)**, 2006.

BARRERA-ARRELANO, Daniel et al. Loss of tocopherols and formation of degradation compounds at frying temperatures in oils differing in degree of unsaturation and natural antioxidant content. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 14, p. 1696-1702, 2002.

BIEDRZYCKI, Aline. **Aplicação da avaliação sensorial no controle de qualidade de uma indústria de produtos cárneos**. 2008. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

BRASIL Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira. Secretaria de Atenção à Saúde**. Departamento de Atenção Básica. 2. Ed. Distrito Federal, 2014.

CALLADO, Nelia; PAULA JR, Durval Rodrigues de. **Gerenciamento de resíduos de uma indústria de processamento de coco - estudo de caso**. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental; 1999; Rio De Janeiro. São Paulo: 1999.

CHE MAN, Y. B.; WAN HUSSIN, W. R. Comparison of the frying performance of refined, bleached and deodorized palm olein and coconut oil. **Journal of food lipids**, v.5, n.1, p.197- 210, 1998.

COSTA, Ticiania Leite. **Características físicas e físico-químicas do óleo de duas cultivares de mamona**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Campina, Grande Campina Grande, 2006.

DAYRIT, Fabian et al. Quality characteristics of virgin coconut oil: Comparisons with refined coconut oil. **Pure and Applied Chemistry**, v. 83, n. 9, p.1789–1799, 2011.

DUTCOSKY, Silvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996.

GHAZALI, Hasanah Mohdet al. Oxidative stability of virgin coconut oil compared with RBD palm olein in deep-fat frying of fish crackers. **Journal of Food Agriculture and Environment**, v.7, n. 3-4, p. 23 – 27, 2009.

Indian Standard Specification for Coconut Oil (Third Revision IS 542). ICS No. 67.200 **Methodoftest**

KHAN, Mohammad Imtiyajet al. Studies on chemical and sensory parameters of coconut oil and its olein blends with sesame oil and palm olein during wheat flour-based product frying. **Journal of Food Science and Technology**, v. 48, n. 2, p.175–182, 2011.

KHAN, Mohammad Imtiyajet al. Studies on quality of coconut oil blends after frying potato chips. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 85, n. 12, p. 1165–1172, 2008.

KUMAR, Prasanth; KRISHNA, Gopala. Physicochemical characteristics of commercial coconut oils produced in India. **Grasas y Aceites**, v. 66, n.1, p. 1-11, 2015.

MALTA, Deborah Carvalho; SILVA JÚNIOR, Jarbas Barbosa da. Plano de Ações Estratégicas para o enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil e a definição das metas globais para o enfrentamento dessas doenças até 2025: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 151-164, 2013.

MANSOR, T. S. T. et al. Physicochemical properties of virgin coconut oil extracted from different processing methods. **International Food Research Journal**, v.19, n. 3, p.837-845, 2012.

MEILGAARD, Morten C.; CIVILLE, Gail Vance; CARR, Thomas B. **Sensory evaluation techniques**. 2. ed. Boca Raton: CRS Press, 1991

NG, Siou Pei et.al. Stability of a concentrated oil-in-water emulsion model prepared using palm olein-based diacylglycerol / virgin coconut oil blends: Effects of the rheological properties, droplet size distribution and microstructure. **Food Research International**, v. 64, n. 1, p. 919-930, 2014.

PIMENTEL-GOMES, Frederico. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1999. **Philippine National Standard (PNS)**, 2007.

RUKMINI, Ambar; RAHARJO, Sri. Pattern of Peroxide Value Changes in Virgin Coconut Oil (VCO) Due to Photo-Oxidation Sensitized by Chlorophyll. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 87, n.12, p. 1407–1412, 2010.

SRIVASTAVA, Yashi; SEMWAL, Anil Dutt. A study on monitoring offrying performance and oxidative stability of virgin coconut oil (VCO) during continuous / prolonged deep fat frying process using chemical and FTIR spectroscopy. **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n. 2, p. 984-991, 2015.

SRIVASTAVA, Yashi; SEMWAL, Anil Dutt; SHARMA, Gopal Kumar. Studies on storage stability of hot extracted (HEVCO) and cold extracted virgin coconut oil (CEVCO) in different flexible and rigid packaging system. **International Food Research Journal**, v.20, n. 4, p. 1971-1976, 2013.

SRIVASTAVA, Yashi; SEMWAL, Anil Dutt; SAJEEVKUMAR, Vallayil Appukuttan; SHARMA, Gopal Kumar. Melting, crystallization and storage stability of virgin coconut oil and its blends by differential scanning calorimetry (DSC) and Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n.1, p.45– 54, 2017.

STONE, Herbert; SIDEL, Joel. **Sensory evaluation practices**. Flórida: Academic press, 1985.

TEIXEIRA, Evanilda; MEINERT, Elza Maria; BARBETTA, Pedro Alberto. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1987.

TEXEIRA, Lilian Viana. Análise sensorial na indústria de alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 366, n. 64, p. 12-21, 2009.

THIEME, Johann Gottfried. **La indústria del aceite de coco**. Roma: FAO, 1970.

## ORIENTAÇÃO SEXUAL, IDENTIDADE DE GÊNERO E SEXISMO NA ESCOLA: DESCONSTRUIR PARA CONSTRUIR

### Valéria Lima Marques de Sousa

Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC/RJ)

Instituto de Bioquímica Médica/UFRJ

Rio de Janeiro – RJ

valerialms@gmail.com

### Célia Lopes Teixeira

Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro (SME-RJ/RJ)

Rio de Janeiro – RJ

liapes@gmail.com

**RESUMO:** A escola é um espaço de diversidade que lida com demandas curriculares técnico-científicas e sociais, inclusive trazidas pelos alunos. No ensino fundamental (EF) ainda é comum crianças perguntarem sobre questões sexuais de forma espontânea e pouco elaborada, revelando curiosidade sobre o tema. Se as perguntas surgem inocentes e inofensivas, se um tema requerido é ignorado e as dúvidas permanecem, constitui-se um espaço de tensão que inclui também profissionais de educação, dando espaço para preconceito/discriminação e *bullying*. Neste contexto, um projeto escolar sobre orientação sexual foi desenvolvido em uma escola pública estadual atendendo à reivindicação dos alunos. A consulta aos alunos revelou que a expressão tinha três vertentes: educação

sexual/reprodução; gênero e diversidade; doenças sexualmente transmissíveis (DST). Este trabalho optou por abordar a segunda, conhecendo concepções prévias de alunos de EF para, através da pesquisa-ação, promover diálogos e desconstruir binarismos.

**PALAVRAS-CHAVE:** gênero, diversidade, educação, projeto escolar.

SEXUAL ORIENTATION, GENDER  
IDENTITY AND SEXISM IN SCHOOL:  
DECONSTRUCTING TO BUILD

**ABSTRACT:** The school is a place of diversity that deals with technical-scientific and social curricular demands, even brought by students. In elementary school (ES) it is still common for children to ask about sexual questions spontaneously and poorly, revealing curiosity about the subject. If the questions are innocent and innocuous, if a required theme is ignored and doubts remain, it is a space of tension that also includes education professionals, giving room for prejudice/discrimination and bullying. In this context, a school project on sexual orientation was developed in a state public school meeting the students' demands. The inquiry with the students revealed that the expression had three aspects: sexual education/reproduction; gender and diversity; sexually transmitted diseases (STD). This work chose to approach the second one, knowing previous conceptions of ES

students, through action research, to promote dialogues and deconstruct binarisms.

**KEYWORDS:** gender, diversity, education, school project.

## 1 | INTRODUÇÃO

Alunos de 7º e 8º anos do ensino fundamental costumam fazer muitas perguntas relacionadas à sexualidade e à orientação sexual nas aulas de Ciências, em geral, em um contexto binário “homem e mulher” e “heterossexual e homossexual”, inclusive quando se aborda o hermafroditismo em animais e vegetais.

No que se refere às questões de gênero e sexualidade, há diferentes conceitos intimamente relacionados e ainda confusos para a maioria das pessoas, tais como gênero, identidade de gênero, sexualidade e orientação sexual, sendo necessária a adoção de políticas públicas que venham contemplar suas articulações.

A exploração de tais temáticas no espaço escolar não significa qualquer doutrinação dos alunos. Ao contrário, busca evitar reproduzir padrões determinados social e culturalmente para homens e mulheres, em vista de promover a transformação de normas rígidas que pareçam imutáveis e determinantes de regras para meninos e meninas, o que demanda envolvimento e comprometimento do educador que visa promover esse tipo de debate (BRASIL, 2001; SILVA, NARDI, 2011).

De acordo com Almeida (2010):

“As escolas são o segundo contexto mais comum de discriminação, logo a seguir à família, segundo estudo da rede *ex aequo*, necessitando de intervenção pedagógica, nomeadamente no combate ao *bullying* e no campo de uma educação sexual inclusiva e não-discriminatória”.

Alguns sistemas escolares, como a rede municipal de Belo Horizonte e a rede pública estadual da Bahia, já têm adotado medidas de promoção de direitos (ALVES, MOREIRA, 2013; MARAUX, COSTA, SILVA, 2013), sendo importante e cada vez mais urgente o debate das questões de gênero na escola. Inclusive, tal tema ainda não é unanimidade entre professores e equipe escolar, o que causa ainda muita discriminação e debates sem um discurso único que defenda uma posição política institucionalizada, algo que não está restrito ao Rio de Janeiro ou Brasil.

A partir do curso de extensão Gênero e Diversidade na Escola (GDE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, edição 2014, uma série de debates e diversas atividades foram construídas, colaborando para a formação continuada de professores da rede pública de educação básica. A aplicação das atividades foi realizada pelos professores regentes em seus locais de trabalho como forma de avaliar as mesmas e problematizar com os alunos os temas já explorados no curso de extensão. Essa forma de trabalhar valoriza a experiência e o espaço escolar, abrindo espaço para que os conceitos sejam avaliados e interpretados socioculturalmente e historicamente, sendo entendidos como construídos e introjetados (BRASIL, 2007).

Como no ano letivo de 2014 já estava em andamento no CIEP Brizolão 229

– Cândido Portinari um projeto sobre orientação sexual, escolhido em eleição pelos alunos, os professores já estavam realizando atividades com as suas turmas. Contudo o projeto foi interpretado pela equipe pedagógica de duas formas, a partir de pesquisa prévia realizada com os alunos: primeira, orientações sobre reprodução e gravidez na adolescência, e, segunda, orientações sobre sexualidade, sexo biológico, identidade de gênero e orientação sexual no aspecto afetivo/identitário, e terceira, doenças sexualmente transmissíveis (DST) – tema já muito explorado de forma pontual, sempre com um viés negativo e raso que pouco educa, já que trás uma ideia de que sexo é algo ruim, quando nessa idade os alunos estão em uma fase de descoberta e não querem ouvir que justamente aquilo que começa a ser alvo de interesse é negativo. Uma das ações da própria unidade escolar foi uma série de palestras realizadas por uma médica do posto de saúde local de Saracuruna, Duque de Caxias, enfocando gravidez na adolescência e DST.

A confusão entre os termos técnicos é compreensível se considerarmos que o próprio documento orientador da base curricular nacional, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), instituído pelo Ministério da Educação em 1997, considera o termo “Orientação Sexual” como designador de educação sobre sexualidade nas escolas. Contudo, estudos acadêmicos atuais utilizam tal termo para se referir ao sexo das pessoas que elegemos como objeto de desejo e afeto. Em contrapartida, o termo “Educação Sexual” também é complexo e designaria um “conjunto de processos simbólico-significativos e comportamentais, psicossubjetivos e socioinstitucionais de representação e vivências das identidades e potencialidades sexuais” (NUNES, SILVA, 2000).

Nessa conjuntura, no recorte deste trabalho, optou-se por uma análise da segunda interpretação dada no projeto da unidade escolar estadual, gênero e diversidade, envolvendo atividades desenvolvidas no curso GDE/UFRJ.

## 2 | OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo desconstruir os binarismos sexuais e diagnosticar de que forma preconceitos estão instituídos no pensamento dos alunos e permitir que os mesmos saiam da zona de conforto e reflitam sobre as possibilidades e suas realidades, sobre a diversidade que os conceitos orientação sexual e identidade de gênero nos permitem perceber a subjetividade humana e a sua complexidade e como a fuga dos padrões pode ser motivo de sofrimento para quem é diferente em uma sociedade normatizadora, abrindo um espaço de reflexão, mesmo que ainda superficial, sobre como a sociedade constrói as identidades feminina e masculina, restringindo seus espaços; permitindo uma desconstrução dessas identidades socialmente limitadas e estabelecidas como universos paralelos que se encontram no casamento e, assim, levando à construção de identidades individuais, cada um com gostos e preferências

descoladas da ideia universal de “feminino/masculino”.

### 3 | O QUE E COMO FOI FEITO

Este foi um trabalho que se desenvolveu no contexto de uma pesquisa qualitativa que envolveu metodologia de pesquisa-ação (ADELMAN, 1993), realizado com a autorização da direção escolar, assentimento dos alunos e consentimento de seus responsáveis, em uma escola pública da rede estadual localizada no município de Duque de Caxias, Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro. O público-alvo do estudo foram alunos de segundo seguimento do ensino fundamental, dos 7º e 8º anos. Por ter sido realizado em 2014, antes da publicação da Resolução 510/2016, esta ação, vinculada às práticas do curso de extensão GDE/UFRJ, não foi submetida à avaliação de um Comitê de Ética específico.

A professora regente atuou como pesquisadora e participante de pesquisa, pois realizou as atividades com os alunos e também respondeu perguntas e participou dos debates.

As atividades envolveram estudo de campo, para escolha das turmas nas quais as atividades poderiam ser desenvolvidas, em uma primeira etapa, e depois envolveu acompanhamento das aulas em duas turmas selecionadas. Um questionário sociodemográfico foi aplicado para se obter o perfil dos alunos e suas famílias, incluindo-se a escolaridade, a renda e o trabalho dos pais/responsáveis.

Nas turmas participantes do desenvolvimento das atividades de pesquisa-ação não havia nenhum aluno que se denominasse homossexual ou transexual, ou que sofresse com “implicâncias” de cunho homofóbico, evitando-se assim a exposição individual, pois existiam na escola, em outras turmas, alunos transgênero e até mesmo uma solicitação pelo direito ao uso de nome social e o uso do banheiro a partir da identidade de gênero estava em discussão na unidade escolar.

A partir da própria demanda dos alunos sobre a possibilidade de hermafroditismo em humanos, ao iniciarem os estudos de anelídeos no 7º ano, e sexo biológico e cariótipo humano no 8º ano, o tema orientação sexual e identidade de gênero foi introduzido com uma turma de 7º ano (40 alunos) e uma de 8º ano (41 alunos) a partir de uma conversa, com muitas perguntas feitas pelos alunos e uma tentativa de respostas por parte da professora regente, que já pretendia ter uma metodologia para lidar com o tema orientação sexual e diversidade de gênero.

Para não influenciar os alunos de imediato e permitir espaço para a construção coletiva dos conceitos, foram feitas perguntas de levantamento: “O que é hermafrodita?”, “Você acha que existe hermafrodita humano? Se sim, descreva o que é?”; “Você sabe o que é identidade de gênero?”; “Você sabe o que é orientação sexual?”; “O que define o sexo de uma pessoa?”; “O que é ser menino?” e “O que é ser menina?”; “Quem trabalha na sua casa?” e “Quem cuida das tarefas domésticas?”. Para além

dos tempos de aula, rodas de conversa foram feitas também em horários de almoço para que as respostas dadas às perguntas fossem expostas livremente e debatidas em grupo. Esta etapa foi mediada pela pesquisadora que não fazia parte do universo dos alunos e contou com a presença dos discentes e da professora regente de Ciências das turmas acompanhadas.

O filme *Tomboy* foi utilizado como ponto de partida para a sensibilização, seguindo a linha de discussão que se pretendia iniciar com os alunos envolvendo os conceitos de identidade de gênero e orientação sexual, com seus possíveis significados sociais e psicobiológicos. Essa etapa consumiu dois tempos de aula corridos em cada turma e a exibição foi feita utilizando-se projetor de imagens digital (*datashow*) acoplado a computador e sistema de som ambiente, disponíveis na sala de vídeo da unidade escolar. Após exibição do filme, em outra aula, foi feita uma análise do mesmo e este foi dividido em fases, para facilitar a compreensão dos fatos. Posteriormente, o diagrama *sexual cookie* foi apresentado aos alunos para discutir os conceitos de identidade de gênero, orientação sexual e sexo biológico. Em seguida, pesquisou-se na *internet* sobre pessoas do cotidiano que eram denominadas transgênero e transexual e personalidades conhecidas.

A partir da atividade desenvolvida sobre orientação sexual e identidade de gênero foi possível perceber a necessidade de se trabalhar a temática sexismo na vida cotidiana e novamente desconstruir o binarismo “coisa de menina” e “coisa de menino” como universos ideais de feminino e masculino.

Considerando-se que a mulher ainda desempenha essencialmente um papel social de progenitora, especialmente em camadas mais pobres, o sexo biológico é quase um fator determinístico da sua função entendida como natural, a maternidade, até mesmo em situações em que há melhora financeira, econômica e escolar (FÁVERO, 2010), sendo de difícil desconstrução tal percepção, mesmo em grupos de meninas, o que torna ainda mais relevante o debate sobre o tema, como forma de libertação social das mulheres. Para tal, vídeos de uma campanha peruana de combate ao machismo, com comerciais contra violência doméstica e sexismo, foram exibidos e debates foram realizados. Em seguida, os alunos foram estimulados a escrever gostos pessoais individualmente. Depois os itens foram expostos e avaliados coletivamente nas turmas para a produção de cartazes de cores diferentes: rosa para o tema “Coisas de menino” e azul para o tema “Coisas de menina” e em cada cartolina seria escrito o que eles achavam estar relacionado ao universo feminino e masculino, mas com todos os itens seguidos de pontos de interrogação para serem avaliados pelas turmas ao final.

Uma avaliação final foi aplicada aos alunos e à professora regente para avaliar o grau de satisfação no desenvolvimento do trabalho e compreensão dos conceitos abordados, utilizando-se uma *survey* com assertivas e opções de respostas objetivas dentro de uma escala de Likert de cinco pontos – insatisfeito, pouco satisfeito, indiferente, satisfeito, muito satisfeito –, para identificar quais atividades envolveram maior satisfação no trabalho. Um espaço para comentários também foi reservado. Na

avaliação da professora foram acrescentados itens sobre a prática docente e formação continuada, visto que ela também integrou a turma do curso de extensão GDE/UFRJ de 2014.

#### 4 | RESULTADOS E ANÁLISES

Inicialmente, a maioria dos alunos não soube definir bem os conceitos de hermafrodita, orientação sexual, identidade de gênero e sexo de um indivíduo e utilizaram termos como *gays*, pessoa homossexual, e nenhum falou sobre bissexualismo, o que indica ser difícil compreender uma falta de posição bem definida. Muitos confundiram sexo com orientação sexual, dizendo que homem era quem gostava de mulher e vice-versa, partindo de uma perspectiva de heteronormatividade. A definição do que é ser menino e menina também foi ampla e contraditória, pois muitos afirmaram ideias que depois eles mesmos abandonaram facilmente ao longo dos debates, como jogar futebol ser uma atividade de menino ou ir ao salão de cabeleireiro ser coisa de menina.

Com relação ao filme *Tomboy*, os alunos de 7º ano foram capazes de identificar de forma mais clara fases ao longo da história do que os de 8º ano, construindo coletivamente o texto descritor dessas fases com o que lhes pareceu mais relevante:

“Primeira fase: Michel se apresenta, faz amigos e sua irmã não entende o que acontece, mas aceita. Os pais parecem ignorar o que acontece; Segunda fase: Michel se revela como Laura após ser obrigado pela mãe a se desfazer da identidade por crer estar enganando as pessoas e não poder sustentar a mentira quando as aulas reiniciarem; Terceira fase: apesar do desapontamento, a amiga de Laura (Michel) recomeça a amizade”.

Apesar da complexidade e sensibilidade do filme e várias passagens que merecem destaque, essa divisão foi feita com os alunos para facilitar o debate sobre a temática do filme. O debate permitiu apresentar e discutir a questão da identidade de gênero e a imposição social a qual todos acabamos por estar submetidos.

Como os alunos de 8º ano tiveram mais dificuldade de definir fases e analisar o filme, foi feita intervenção do professor e da mediadora das rodas de conversa, que participou das aulas posteriores à exibição do filme, para que alcançassem pelo menos uma lógica semelhante à da turma de 7º ano e a etapa seguinte pudesse ser procedida.

É importante permitir a identificação de conceitos e termos atuais referentes à identidade de gênero (feminina, masculina ou transgênero/transsexual), como apresentado por De Jesus (2012). Assim, a etapa seguinte, que envolveu o trabalho com um diagrama conhecido como *sexual cookie*, com a identidade de gênero representada como a área do cérebro, a orientação sexual, ligada ao afetivo, representada pelo coração (heterossexualidade – atração física e emocional pelo “sexo oposto”; homossexualidade – atração física e emocional pelo “mesmo sexo”; e bissexualidade – atração física e emocional tanto pelo “mesmo sexo” quanto pelo “sexo oposto”) e

o sexo biológico, região correspondente à genitália (homem, mulher, hermafrodita), ratificou-se a ideia de múltiplas possibilidades no contexto da orientação sexual e identidade de gênero, introduzindo-se os conceitos de transgênero e transexual.

Discutiu-se também o determinismo do sexo biológico, que cria expectativas familiares desde antes do nascimento e influencia fortemente a forma como os pais enxergam os filhos, determina a identidade no registro de nascimento, o que é reconhecido socialmente e, por consequência, burocraticamente, o que nem sempre coincide com a forma como cada um se enxerga, se sente, podendo surgir a identidade trans, uma ideia que os alunos intuitivamente já conheciam, mas não entendiam, o que fica claro na fala de um aluno após a pesquisa sobre pessoas do cotidiano e personalidades: “Eu tenho uma vizinha trans. Todos conhecem e gostam dela, mas eu não sabia se era homem ou mulher. Tem gente que acha estranho e minha mãe não sabia me explicar”. (Aluno 1, 7º ano).

As pesquisas sobre personalidades tiveram como principais resultados João Nery, Indianara Siqueira e Rogéria. A história de vida dessas pessoas foi discutida e construída uma exposição, discutindo-se a legalidade atual de se mudar de nome oficial, condicionada à mudança de sexo, e o projeto de lei do deputado federal Jean Wyllys, PL 5002/2013, com o nome do próprio João Nery.

São muitos os eventos de violência injustificada pautados em um padrão de família que ainda tenta se impor, extrapolando o que estava em abordagem, o que levou a outra pesquisa paralela sobre eventos de violência contra homossexuais e transexuais, com produção de uma cartilha contra esse tipo de violência, visto que o Brasil é um dos países com maior índice de agressão e morte contra homossexuais e transexuais (BRASIL, 2012). Como consequência da exposição, os alunos de 8º ano também levantaram questões relacionadas às reivindicações LGBT, especialmente contra a homofobia e transfobia.

No evento de culminância do projeto de Orientação Sexual na Escola, os alunos de 7º e 8º anos fizeram um grupo de trabalho para expor o material produzido e debater com outros alunos. Ao serem avaliados por uma das agentes de biblioteca, foram indagados da seguinte forma:

“A condição do ser humano que vocês estão apresentando é normal? Vocês acham isso normal?” (Agente de Biblioteca)

Tal questionamento poderia soar indutivo ou provocativo, visto que não veio acompanhado de nenhum outro argumento, e poderia criar um contexto de discriminação, mas os alunos estavam certos do que foi debatido anteriormente, e um deles respondeu:

“Normal. São pessoas. Por que eu não ia achar normal?” (Aluno 2, 7º ano), e outro disse “Meu irmão mais velho é homossexual e é normal” (Aluno 3, 7º ano).

Na atividade para discutir sobre sexismo, com os cartazes rosa e azul, a cada item escrito pelos alunos que ia sendo avaliado, surgia uma polêmica. Alguns tentavam explicar porque determinadas tarefas seriam exclusivas de menino ou menina, tais

como jogar bola ou brincar de bonecas, mas sem argumentos convincentes para os alunos que achavam a divisão desnecessária e rebatiam com exemplos:

“Menina não joga futebol”. (Aluno 1, 8º ano)

“Menina não joga futebol porque não aprende a gostar. A Marta joga bem e é a melhor do mundo.” (Aluna 2, 8º ano)

“Menino pode brincar de boneca e casinha sim, porque pode ser o pai, o filho, o que ele quiser.” (Aluno 4, 7º ano)

“Menino pode ser sensível, chorar, pintar a unha e fazer sobrancelha. O David Beckham é bonito, joga bola e faz a sobrancelha.” (Aluna 3, 8º ano)

Na mediação do debate, foi mostrado que a maioria dos itens listados aponta diferenças construídas em um contexto sócio-histórico e cultural, dando-se o exemplo inicial dos russos, que se beijam e se abraçam mesmo sendo homens, enquanto no Brasil o beijo entre homens como forma de cumprimento não é tão comum.

Nos debates paralelos às aulas, nas rodas de conversa, a mulher foi, por vezes, colocada em situação inferior, de menos poder, o que segue ainda a lógica de uma sociedade patriarcalista, do homem como provedor familiar, o que já não é mais uma realidade, o que pode ser comprovado entre os próprios alunos, com 85% dos alunos com mães que trabalham fora e 54% com mães como chefe de família. Não foi objeto de estudo neste trabalho abordar a gravidez na adolescência e suas nuances, mas eventualmente o tema surgiu nas conversas e foi visto positivamente por alguns alunos.

As seguintes falas demonstram o conflito de ideias entre alunos sobre sexismo:

“Homem trabalha fora. A mulher que faz as coisas de casa”. (Aluno 3, 8º ano)

“Homem pode ser dono de casa e lavar louça, porque meu pai é.” (Aluno 4, 8º ano)

“Mulher que manda em casa. Minha mãe trabalha fora”. (Aluno 5, 7º ano)

Como o tempo era bastante restrito, optou-se, por fim, por selecionar alguns itens listados pelos alunos e construir os painéis para a exposição no projeto escolar, com a confecção dos cartazes rosa “Coisas de menino” e azul “Coisas de menina” e outros relacionados a sexismo e questões trans (Figuras 1 e 2). As interrogações serviram para, terminados os painéis, fazer um último debate sobre o que cada um achava estar de acordo com suas convicções e o que havia sido construído pelo grupo.

As cores azul e rosa são socialmente associadas a meninos e meninas, respectivamente. Contudo, essa ideia resulta de uma construção social, podendo ser modificada, como pode ser visto em PAOLETTI (2012). A suposta inversão de cores nos cartazes foi proposital, como elemento de desconstrução não só para os alunos envolvidos na pesquisa, mas também para aqueles que veriam os trabalhos das turmas, trabalhando-se a ideia de a dicotomia do gênero é uma construto social (FÁVERO, 2010) e que, por isso, pode ser modificado. Todos os alunos puderam dar contribuições na confecção dos cartazes, sendo alguns mais proativos que outros, pois ainda havia resistência sobre o tema. Ainda assim, a atividade promoveu o envolvimento das crianças, seja para expor opinião pautada em suas concepções

prévias ou para argumentar sobre a mudança de ponto de vista, criando-se um espaço de diálogo. Os cartazes também foram expostos no dia do evento de culminância do projeto.

Na avaliação final das atividades, os alunos apresentaram maior satisfação com relação às rodas de conversa. A mediadora não pertencia ao corpo docente da unidade escolar, o que parece ter deixado os alunos mais à vontade para tentar responder às questões propostas e formular novas perguntas e respostas. Provavelmente, a ideia de que estão lidando com algum especialista ou alguém que só terão contato momentâneo facilita a fala livre, sem preocupação ou constrangimento, fato que já havia sido observado na intervenção feita pela escola com a médica do posto de saúde. Já a professora regente apresentou satisfação com relação às práticas realizadas, apontando nos comentários que gostaria de ter mais tempo para passar outros vídeos e fazer mais debates em sala, destacando a necessidade de fazer abordagens entre professores de uma mesma instituição de ensino, de modo a desenvolver e institucionalizar uma prática e uma política.

A educação deve ser também espaço de cidadania e de respeito aos direitos humanos, o que permite a inclusão de temas relacionados a grupos minoritários no currículo (DINIS, 2008), sendo este reflexo não apenas do

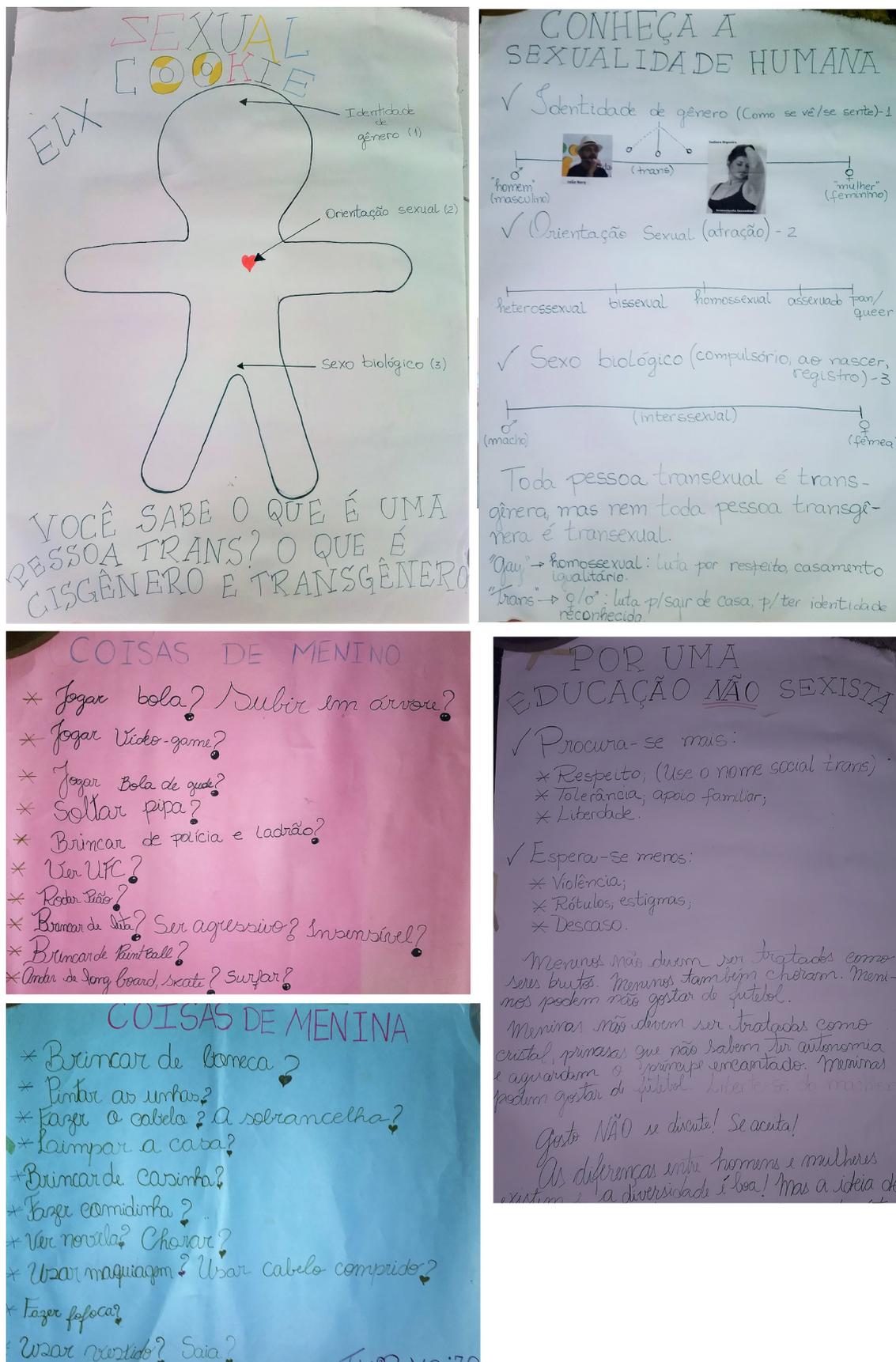


Figura 1: Cartazes feitos pelos alunos durante o desenvolvimento do trabalho e apresentados na culminância do projeto escolar.



Figura 2: Alunos durante a confecção dos cartazes

conhecimento produzido de forma acadêmica, mas de embates sócio-históricos, políticos e culturais. Essa abordagem visou efetivar na prática a ideia de que a educação ampla e inclusiva é capaz romper paradigmas, construir conhecimento escolar e mediar conflitos.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este foi um trabalho desenvolvido em âmbito escolar, como prática didático-pedagógica, com limitações relativas a espaço e tempo, envolvendo temas tanto entendidos ainda como polêmicos quanto delicados, e que se associam a muitos outros ligados às questões sociais e de saúde pública, não tendo sido possível dar conta de aprofundar pautas adicionais levantadas pelos alunos. Contudo, os alunos ficaram bastante satisfeitos com os trabalhos e a professora regente de Ciências das duas turmas se sentiu motivada a continuar trabalhando os temas no espaço escolar, independente de colaboração externa.

A abordagem desses temas não pretende mudar de imediato e radicalmente a forma como as crianças e os adultos pensam, mas sim expor uma realidade que por vezes é ignorada e é tabu para diálogo até mesmo entre professores. Debater, desmistificar e empoderar os indivíduos com o conhecimento de direitos pode promover mudanças, ainda que pequenas, sensibilizar para os temas que envolvem gênero e diversidade na escola e servir para mediar conflitos sociais que muitas vezes terminam por culminar no convívio dentro do espaço escolar.

## REFERÊNCIAS

Adelman C. Kurt Lewin and the origins of action research. **Educational Action Research**, v. 1, n. 1, p. 7 - 24. 1993.

ALMEIDA, Miguel Vale de. **O contexto LGBT em Portugal**. p. 45-92. *In*: NOGUEIRA, Conceição & OLIVEIRA, João Manoel de (Org.) Estudo sobre a discriminação em função da orientação sexual e da identidade de gênero. Lisboa: Comissão para a Cidadania e Igualdade de Gênero. 2010.

ALVES, Cláudio Eduardo Resende; MOREIRA, Maria Ignez Costa. Travestis e Transexuais na Escola: Ressonâncias do Uso do Nome Social na Rede Municipal de Educação de Belo Horizonte. **Anais eletrônicos do Seminário Internacional Fazendo Gênero 10: desafios atuais do feminismo**, Florianópolis, UFSC, 2013. 11p. Disponível em: <<http://www.fazendogenero.ufsc.br/10/>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: pluralidade cultural e orientação sexual**, v.10, 3ª ed. Brasília: MEC, 2001. 65p.

BRASIL. **Gênero e Diversidade na Escola: reconhecer diferenças e superar preconceitos**. Brasília: Ministério da Educação (MEC), 2007.

BRASIL. **Relatório sobre violência homofóbica no Brasil: ano 2012**. Brasília: Secretaria de Direitos Humanos, 2012.

DINIS, Nilson Fernandes. Educação, Relações de Gênero e Diversidade Sexual. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 103, p. 477-492, maio/ago. 2008.

DE JESUS, Jaqueline Gomes. **Orientações sobre identidade de gênero: conceitos e termos - Guia técnico sobre pessoas transexuais, travestis e demais transgêneros, para formadores de opinião**. Brasília: [s.n.] (*E-book*). 2012. 42p. Disponível em: <[https://www.sertao.ufg.br/up/16/o/ORIENTACOES\\_POPULACAO\\_TRANS.pdf?](https://www.sertao.ufg.br/up/16/o/ORIENTACOES_POPULACAO_TRANS.pdf?)>. Acesso em: 15 maio 2015.

FÁVERO, Maria Helena. **Psicologia do gênero: Psicobiografia, sociocultura e transformações**. Curitiba: UFPR, 2010.

MARAUX, Amélia Teresa Santa Rosa, COSTA, Kelly Cristina Ferreira da, SILVA, Ana Lúcia Gomes. Diálogos para o Enfrentamento ao Racismo, ao Sexismo e à Homofobia – Uma Construção Coletiva de Políticas Públicas. **Anais eletrônicos do Seminário Internacional Fazendo Gênero 10: desafios atuais do feminismo**, Florianópolis, UFSC, 2013. 12p. Disponível em: <<http://www.fazendogenero.ufsc.br/10/>>. Acesso em: 20 maio 2017.

NUNES, César; SILVA, Edna. **A educação sexual da criança: polêmicas do nosso tempo**. Campinas: Autores associados, 2000.

PAOLETTI, Jo Barraclough. **Pink and blue: Telling the boys from the girls in America**. Oxford: Oneworld Publications, Indiana University Press, 2012.

SILVA, Fernando Rodrigues; NARDI, Henrique Caetano. A construção social e política pela não-discriminação por orientação sexual. **Physis: revista de saúde coletiva**, v. 21, n. 1, p. 251-256, 2011.

## OTIMIZAÇÃO DA MULTIPLICAÇÃO IN VITRO DE GINSENG-BRASILEIRO [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen]

### **Marcelo Silva Passos**

Faculdade Maria Milza (FAMAM)

Governador Mangabeira - Bahia

### **Fabíola Rebouças Rodrigues**

Faculdade Maria Milza (FAMAM)

Governador Mangabeira - Bahia

### **Vânia Jesus Santos Oliveira**

Faculdade Maria Milza (FAMAM)

Governador Mangabeira - Bahia

### **Lília Vieira da Silva Almeida**

Faculdade Maria Milza (FAMAM)

Governador Mangabeira - Bahia

### **Weliton Antonio Bastos de Almeida**

Faculdade Maria Milza (FAMAM)

Governador Mangabeira - Bahia

### **Mariane de Jesus da Silva de Carvalho**

Faculdade Maria Milza (FAMAM)

Governador Mangabeira – Bahia

### **Claudia Cecilia Blaszkowski de Jacobi**

Faculdade Maria Milza (FAMAM)

Governador Mangabeira - Bahia

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi otimizar o protocolo de micropropagação para *Pfaffia glomerata*, priorizando-se maximizar a proliferação de brotos e o enraizamento. Segmentos nodais foram desinfestados e introduzidos em meio de cultura de estabelecimento (MS suplementado com BAP -

0,0; 1,0 mg L<sup>-1</sup>). Após 60 dias, as plantas foram seccionadas em explantes de 1,0 cm, contendo um segmento nodal e introduzidas em meio de cultura de multiplicação. Nesta fase, foram montados dois experimentos, com 5 tratamentos (0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP) e com 7 repetições (5 explantes/repetição). Os experimentos 1 e 2 foram estabelecidos com as plantas oriundas da ausência e presença de BAP (1,0 mg L<sup>-1</sup>), respectivamente. Foram avaliados: número de brotos por explante (NB), altura da parte aérea dos brotos (APAB) e o número de folhas (NF). Os brotos foram transferidos para meio MS e M/2 e, após 30 dias, foi analisado o percentual de enraizamento (PE), número médio de raízes (NR) e comprimento médio da raiz principal (CRP). Posteriormente, as microplantas foram aclimatizadas por 30 dias. Os resultados demonstraram que o valor máximo de NB foi obtido na concentração ótima de 2,6 mg L<sup>-1</sup> de BAP. Os dois meios de enraizamento obtiveram 100% de brotos enraizados. A aclimatização resultou em 87,5% de sobrevivência de plantas. O protocolo de micropropagação, utilizando 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP na fase de estabelecimento, combinado com 3,0 mg L<sup>-1</sup> na fase de multiplicação, foi altamente reprodutivo, possibilitando obter 57.000 plantas ao final de seis meses.

**PALAVRAS-CHAVE:** Plantas Medicinais, Cultivo *in vitro*, Citocinina, Micropropagação.

## OPTIMIZATION OF BRAZILIAN GINSENG [*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen] IN VITRO MULTIPLICATION

**ABSTRACT:** The aim of this study was to optimize the micropropagation protocol of *Pfaffia glomerata* in order to maximize shoot proliferation and rooting. Nodal segments were disinfected and introduced in establishment culture media (MS supplemented with BAP – 0.0; 1.0 mg L<sup>-1</sup>). After 60 days the plants were sliced into 1.0 cm explants containing a nodal segment each, and introduced in multiplication culture medium. At this stage, five experiments with 5 treatments (0.0; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0 mg L<sup>-1</sup> of BAP) and 7 repetitions (5 explants/repetition) were set up. Experiments 1 and 2 were carried out with plants originated from culture media with and without BAP (1.0 mg L<sup>-1</sup>), respectively. Number of shoots (NS) in each explant, height of shoots areal parts (HSAP), and number of leaves (NL) were assessed. Shoots were transferred to MS and M/2 media and after 30 days the rooting percentage (RP), the average number of roots (ANR) and the main root average length (MRAL) were analyzed. Finally, the microplants were acclimatized during 30 days. The results showed that the highest NS was obtained in the optimal BAP concentration of 2.6 mg L<sup>-1</sup>. In both culture media 100 % of shoot rooting was observed. Acclimatization resulted in 87.5% of plant survival. The micropropagation protocol with 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP in the establishment stage combined with 3.0 mg L<sup>-1</sup> in the multiplication stage was highly reproductive resulting in the production of 57,000 plants after six months.

**KEYWORDS:** Medicinal Plants, *In vitro* cultivation, Cytocinine, Micropropagation.

### 1 | INTRODUÇÃO

*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, conhecida como ginseng brasileiro, pertencente a família Amaranthaceae, vem sendo popularmente utilizada como tônico estimulante e afrodisíaco, antitumoral e antidiabético, assim como nos casos de reumatismo, esgotamento físico e mental, falta de memória e estresse, com relevante importância comercial em função da elevada utilização na indústria de fitoterápicos e fitocosméticos (RATES; GOSMANN, 2002; MALDANER et al., 2007). Em função das distintas propriedades medicinais e, além disso, para proporcionar a produção de matéria-prima homogênea e de qualidade para a indústria de fitoterápicos, bem como para evitar o extrativismo exploratório é de fundamental importância o ajuste de metodologias para propagação e cultivo dessa espécie.

Nesse sentido, a micropropagação, uma das técnicas de cultivo *in vitro*, pode ser uma alternativa eficiente, uma vez que possibilita propagar rapidamente várias espécies de plantas, a exemplo das medicinais, além de possibilitar a eliminação de doenças e a produção de plantas com qualidade genética e sanitária comprovada (SOUZA et al., 2013).

Na micropropagação de *P. glomerata*, Flores et al. (2006) obtiveram bons

resultados no crescimento das brotações, enraizamento e aclimatização, quando utilizaram o meio MS na ausência de reguladores vegetais. Contudo, o número médio de brotações também foi relativamente baixo (1,7 brotos/explantes). Ressalte-se que, em muitas espécies vegetais, a proliferação de brotações *in vitro* em gemas axilares é maximizada pela suplementação do meio de cultura com citocininas, sendo a 6-benzilaminopurina (BAP) a mais amplamente utilizada (OLIVEIRA; FREIRE; ALOUFA, 2016).

Para o sucesso de metodologias de micropropagação é necessária a seleção dos explantes adequados, estabelecendo-se condições de desinfestação e cultura; o estabelecimento das condições físicas e fisiológicas de desenvolvimento dos explantes e o enraizamento das partes aéreas formadas após subcultivos sucessivos (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998). Além disso, um número expressivo de espécies vegetais micropropagadas não sobrevive quando transferidas das condições *in vitro* para ambiente de casa de vegetação ou campo (HARARIKA, 2003).

A maioria das espécies cultivadas *in vitro* requer um processo de aclimatização, o qual provoca modificações morfológicas, anatômicas e fisiológicas necessárias às plantas para que possam sobreviver e crescer vigorosamente em um novo ambiente (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998; HARARIKA, 2003).

Com isso objetivou-se no presente trabalho otimizar o protocolo de micropropagação para *P. glomerata*, priorizando-se maximizar a proliferação de brotos e o enraizamento, para assim aumentar o percentual de sobrevivência de plantas durante a aclimatização.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia aplicada à saúde da FAMAM – Faculdade Maria Milza, em parceria com a UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

**Estabelecimento *in vitro*:** Foram utilizadas como fonte de explantes, plantas cultivadas em uma residência na cidade de Cruz das Almas (12° 40' 12" S - 39° 06' 07" W), localizada na Região do Recôncavo Baiano. Os explantes consistiram de segmentos nodais, que foram lavados em água corrente e desinfestados em solução de álcool etílico na concentração de 70% durante 2 minutos e em solução de hipoclorito de sódio (NaOH), diluída em água destilada, na proporção 3:1, durante 15 minutos. Após o que foram lavados por três vezes com água destilada autoclavada, em câmara de fluxo laminar. Posteriormente, foram introduzidos em placas de Petri (100 x 15 mm) contendo 20 mL de meio de cultura MS (MURASHIGUE; SKOOG, 1962), suplementado com 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, solidificado com Ágar (7 g L<sup>-1</sup>), fungicida (Carbomax®) na concentração de 1,0 mg L<sup>-1</sup>, em ausência e presença (1,0 mg L<sup>-1</sup>) de BAP, pH entre 5,7 e 5,8, e autoclavado a 120° C por 20 minutos.

As placas foram mantidas, durante 30 dias, em sala de crescimento sob fotoperíodo

de 16 horas, à temperatura de  $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e intensidade luminosa de  $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Após este período, as brotações foram transferidas para frascos contendo 20 mL do mesmo meio de cultura anteriormente citado, contendo as mesmas concentrações de BAP e mantidos nas mesmas condições de sala de crescimento, por mais 30 dias.

**Multiplicação *in vitro*:** Plantas advindas da cultura de segmentos nodais, com 60 dias de idade, e possuindo cinco segmentos nodais, foram utilizadas como fonte de explantes. Segmentos nodais de 1,0 cm de comprimento contendo duas gemas e duas folhas no nó consistiram de explantes (excluindo-se segmentos apicais).

Nessa fase foram realizados dois experimentos visando induzir a máxima proliferação de brotos. Os experimentos foram montados com as plantas obtidas a partir do meio de cultura da fase de estabelecimento na ausência de BAP (experimento 1) e daquele com  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP (experimento 2), com a finalidade de avaliar o efeito residual do BAP da fase de estabelecimento *in vitro*. Em ambos os experimentos, os explantes foram introduzidos em frascos contendo 20 mL do meio de cultura MS, adicionados com 0,0; 1,0; 2,0; 3,0 ou  $4,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP e mantidos sob fotoperíodo de 16 horas, temperatura de  $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e intensidade luminosa de  $40 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , durante 30 dias.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0,0; 1,0; 2,0; 3,0 e  $4,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP) e sete repetições, sendo cada repetição constituída por um frasco contendo cinco explantes. Ao final dos 30 dias, foram avaliadas as seguintes características: a) número de brotos/explante; b) número de folhas/broto e c) altura da parte aérea de brotos.

**Enraizamento *in vitro*:** Brotações oriundas do tratamento que proporcionou o maior número de brotos foram individualizadas e utilizadas no experimento de enraizamento. As brotações foram introduzidas em frascos contendo 20 mL do meio de cultura contendo 100% dos sais do MS (MS) e em meio de cultura contendo 50% dos sais do MS (MS/2), visando induzir o enraizamento dos brotos. Os frascos foram mantidos, durante 30 dias, em sala de crescimento nas mesmas condições de fotoperíodo, temperatura e luminosidade, anteriormente citadas.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (meios de cultura MS e MS/2) e vinte repetições, sendo cada repetição constituída por um frasco com uma brotação. Ao final dos 30 dias foram avaliados o número médio de raízes (desconsiderando-se aquelas menores que 1 mm) e o comprimento médio da maior raiz.

**Aclimatização:** As microplantas foram retiradas dos frascos e lavadas com água corrente com o objetivo de remover o excesso do meio de cultura. Estas foram acondicionadas em garrafas plásticas transparentes de refrigerante, do tipo PET (Politereftalato de Etileno), de 600 mL, com quatro pequenos furos na base para drenagem do excesso de água. As garrafas foram cortadas na metade de sua altura para facilitar a adição do substrato (terra vegetal autoclavada) e transplante da muda, após o que foram novamente fechadas por sobreposição das metades.

As plantas foram mantidas em área coberta, para evitar a incidência direta da luz do sol. No primeiro dia, no período matutino, retirou-se a tampa da garrafa por 10 minutos, no segundo dia por 20 minutos e foi-se aumentando o tempo gradativamente até a retirada permanente da tampinha, quando as mudas já estavam adaptadas ao meio ambiente. Após trinta dias as mudas encontravam-se totalmente aclimatizadas. Durante o período de aclimatização, as microplantas foram irrigadas com auxílio de um borrifador, de forma a manter a umidade relativa do ar elevada. A porcentagem de sobrevivência foi avaliada ao final da aclimatização.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Figura 1 demonstraram que houve efeito significativo do BAP, em relação ao número de brotos/explante, tanto no experimento 1 (oriundo de plantas na ausência de BAP da fase de estabelecimento), quanto no experimento 2 (oriundo de plantas com adicionamento de  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP, da fase de estabelecimento). Nas Figuras 1A e 1D, observa-se que na concentração de  $3 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP estão os maiores valores de número médio de brotos, entretanto, as concentrações ótimas de  $3,49 \text{ mg L}^{-1}$  e  $2,59 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP, estimadas pelas equações, foram aquelas que proporcionaram o número médio máximo de brotos, nos dois experimentos realizados na fase de multiplicação *in vitro*, com 5,12 e 6,52 brotos, valores estimados pelas equações respectivamente para os experimentos 1 e 2. É provável que o BAP utilizado na fase de estabelecimento ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) tenha exercido um efeito residual, influenciando na obtenção de maior número de brotos, na fase de multiplicação *in vitro*.

Constatou-se também que houve uma tendência de decréscimo, em ambos os experimentos, no número de brotos para concentrações entre  $3,0 \text{ mg L}^{-1}$  e  $4 \text{ mg L}^{-1}$ , conforme Figura 1 (A e D). Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com resultados obtidos por outros autores, estudando plantas medicinais, relatando efeito fitotóxico do BAP, onde elevadas concentrações reduzem a formação de brotos adventícios: em *Mikania glomerata* Spreng (DINIZ et al., 2006) e em *Vernonia condensata* (VICENTE et al., 2009, dentre outros).

Trabalhos com micropropagação de *P. glomerata*, relatam o desenvolvimento de um protocolo altamente reprodutível, admitindo a possibilidade de se obter 15.000 plantas a partir de um único segmento nodal, em período de seis meses (NICOLOSO et al., 1999; NICOLOSO et al., 2001). Entretanto, estes autores não avaliaram o efeito de reguladores vegetais na proliferação de brotos, embora este número de plantas seja extremamente expressivo, quando comparado com os métodos convencionais de multiplicação desta espécie (por semente ou estaquia). É relevante destacar que metodologias de multiplicação *in vitro* de *P. glomerata* devem ser estabelecidas visando à máxima produção de segmentos nodais, uma vez que, isso vai refletir na produção

de novas plantas em cada subcultivo, sendo a citocinina BAP a mais utilizada para alcançar a máxima proliferação de brotos (OLIVEIRA; FREIRE; ALOUFA, 2016).

No trabalho aqui realizado com a utilização de BAP, na concentração de 3,0 mg L<sup>-1</sup>, na fase de multiplicação *in vitro* e com explantes (segmentos nodais) oriundos de plantas estabelecidas com 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP, é possível estimar a obtenção de aproximadamente 57.000 plantas a partir de um único segmento nodal, realizando-se três subcultivos na fase de multiplicação *in vitro*, no período de seis meses. Portanto, trata-se de um protocolo muito eficiente na produção de mudas micropropagadas de *P. glomerata*. Não obstante, será necessário avaliar o índice de variação somaclonal, visando assegurar a fidelidade genética da espécie.

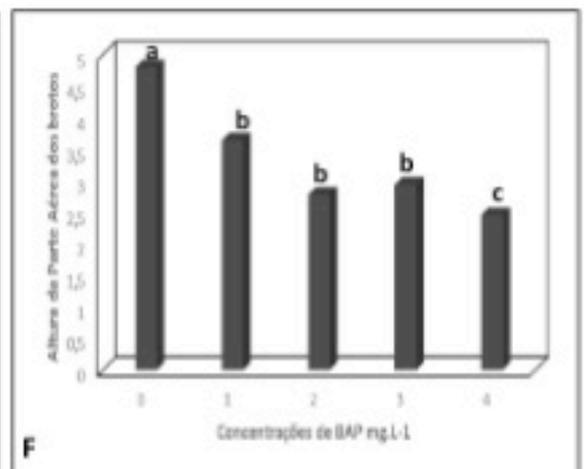
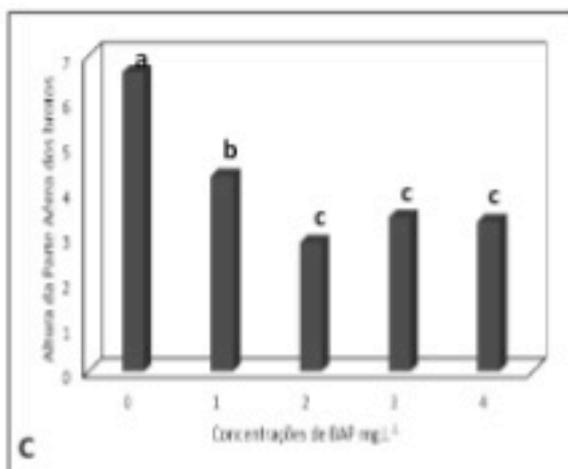
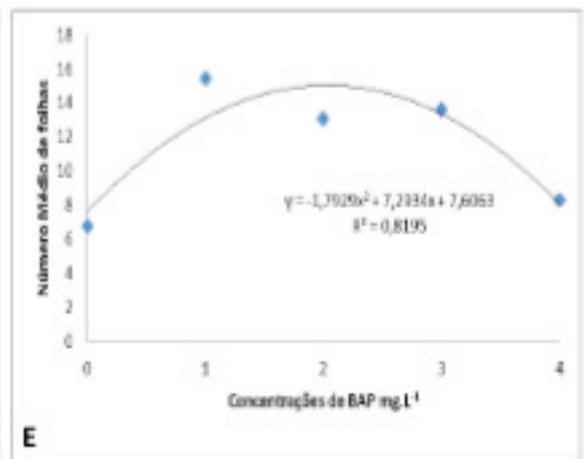
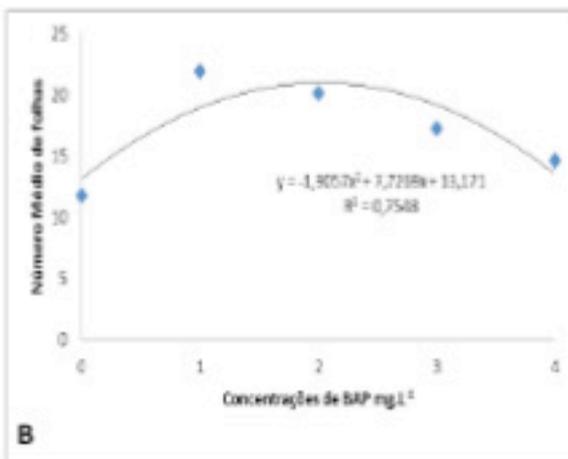
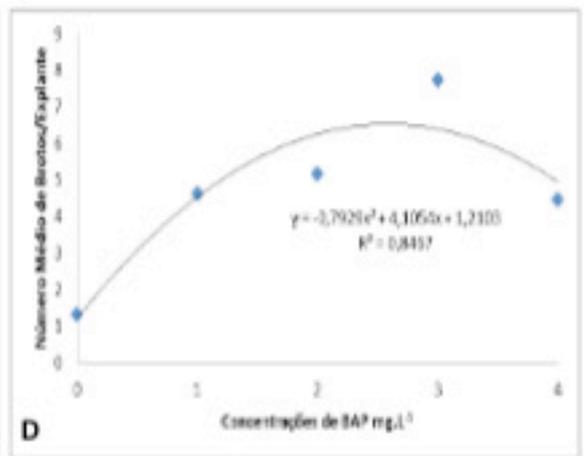
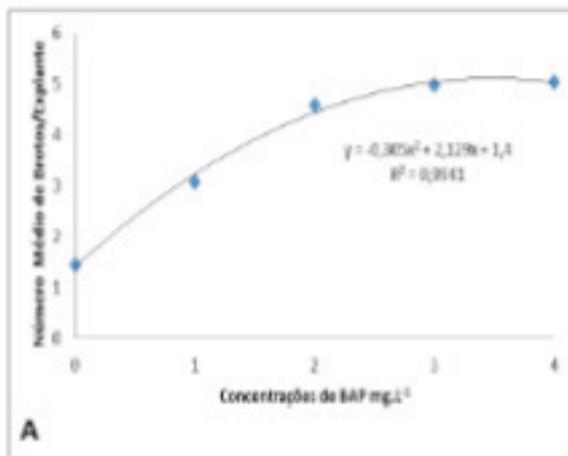


FIGURA 1. Número de brotos, de folhas e altura de brotos em função das concentrações de BAP (mg L<sup>-1</sup>). A, B e C) Resultados referentes ao experimento oriundo do estabelecimento dos explantes em meio MS sem BAP (experimento 1); D, E, e F) Resultados referentes ao experimento oriundo do estabelecimento dos explantes em meio MS com 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP (experimento 2). Barras seguidas das mesmas letras não diferem estaticamente entre si pelo teste Tukey (P < 0,05).

A análise do número de folhas/brotações demonstrou também efeito significativo para as concentrações de BAP, em ambos os experimentos. A concentração de 2,03 mg L<sup>-1</sup> de BAP foi aquela que assegurou o maior número médio de folhas/brotações, nos dois experimentos, com 21,00 e 15,02 folhas/brotos, respectivamente (Figura 1B e 1E).

Além disso, verificou-se que no experimento 1 houve, de modo geral, maior número de folhas por brotos. Isto pode corroborar com o efeito residual do BAP utilizado na fase de estabelecimento, em virtude do experimento 2 (na presença de BAP) ter apresentado maior número de brotos/explantes e conseqüentemente reduzindo o número de folhas. Villa et al. (2005), trabalhando com amoreira-preta (*Rubus* sp.), observaram que o aumento da concentração de BAP, promoveu decréscimo na quantidade de folhas formadas. Isso pode ser atribuído ao fato deste regulador de crescimento estimular a formação de maior número de brotos, porém, de tamanho reduzido, apresentando menor número de folhas. Já Blank et al. (2008), micropropagando a espécie *Lippia sidoides* (Cham.), demonstraram que a concentração de 4 mg L<sup>-1</sup> de BAP apresentou maior número de folhas/explante. Contrastando com estas respostas, Nascimento et al. (2008), trabalhando com a espécie uvaieira (*Eugenia pyriformis* Cambess), não observaram diferenças significativas no número de gemas, comprimento de brotações e número de folhas, sendo que a concentração de 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP apresentou os maiores valores: 7,00 gemas por explante, 1,14 cm de comprimento para a maior brotação e 13,70 folhas por explante. Esses resultados corroboram que a resposta morfogênica *in vitro* é genótipo/dependente.

Com relação à altura (comprimento da parte aérea) das brotações, houve efeito significativo entre as concentrações de BAP. Constatou-se que o BAP influenciou de forma negativa, onde os meios de cultura com ausência do fitorregulador apresentaram as melhores médias para esta característica, conforme Figura 1 (C e F), com 6,60 cm e 4,80 cm de altura, nos experimentos 1 e 2, respectivamente. Este resultado evidenciou que o BAP induziu maior proliferação de brotos/explante, mas reduziu o crescimento vegetal. É possível que esta redução não seja um efeito inibidor do BAP, como afirmam alguns autores, mas deva-se, provavelmente, à maior competição entre as múltiplas brotações, pelos nutrientes do meio de cultura. Grattapaglia e Machado (1998), por exemplo, afirmam que as citocininas estimulam a maior produção de partes aéreas das

brotações até uma determinada concentração, a partir da qual ocorre diminuição da altura em virtude de um possível efeito fitotóxico da citocinina. Trabalho realizado por Vicente et al. (2009), estudando a multiplicação *in vitro* da planta medicinal *Vernonia condensata* L. Becker, não encontraram diferenças significativas para a altura de brotos, nas diferentes concentrações de BAP avaliadas, o que também não reforça a afirmação dos autores anteriores.

Na Figura 2 é possível observar plantas oriundas do cultivo *in vitro* de explantes na ausência e presença de BAP (1,0 mg L<sup>-1</sup>), assim como a presença de múltiplas brotações, enraizamento e aclimatização das plantas. O enraizamento *in vitro* em função das concentrações do meio de cultura mostrou diferença significativa apenas para o número de raízes (Figura 3A), o que não foi constatado no comprimento da maior raiz (Figura 3B). Entretanto, houve formação de raízes em 100% dos brotos avaliados (Figura 2E). O meio de cultura com metade dos sais do MS (MS/2) apresentou um maior número de raízes por brotos, diferindo significativamente daquele meio com 100% dos sais do MS (MS). Já para o comprimento da raiz principal, apesar da maior média ocorrer no meio de cultura MS/2, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Trabalhos realizados com cultivo *in vitro* de *P. glomerata* já haviam demonstrado que esta espécie não necessita do adicionamento de reguladores vegetais, especialmente auxina, para promover o enraizamento dos brotos (Nicoloso et al., 1999; Nicoloso et al., 2001). Tem sido usual, em trabalhos de cultura de tecidos, a utilização de diferentes concentrações de sais, em meios de cultura, para favorecer o enraizamento dos brotos. Neste sentido, em *Miltonia flavescens* foi avaliada distintas concentrações do meio MS por Lemes et al. (2016), que observaram maiores valores nas características número de raiz e comprimento da maior raiz em meio MS com concentrações básicas diluídas para 50%. Esse percentual de enraizamento em meio MS/2 pode ser justificado, provavelmente, pelo acúmulo da síntese de auxinas endógenas em virtude da baixa disponibilidade de sais no meio de cultura, aumentando a atividade metabólica do tecido e, conseqüentemente, a formação de raízes (WAREING; PHILLIPS, 1981).



FIGURA 2. Micropropagação de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen. a e b) Plantas estabelecidas in vitro, em meio de cultura MS na ausência e presença de BAP (1,0 mg L<sup>-1</sup>), respectivamente; c) segmentos nodais, contendo folhas, oriundos de plantas estabelecidas in vitro e introduzidos em meio de multiplicação, adicionado de BAP; d) múltiplas brotações oriundas do experimento 2, cultivadas na concentração de 3,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP, na fase de multiplicação in vitro; e) brotações enraizadas em meio de enraizamento MS/2 e f) plantas na fase de aclimatização, acondicionadas em garrafas de refrigerante do tipo PET e contendo terra vegetal.

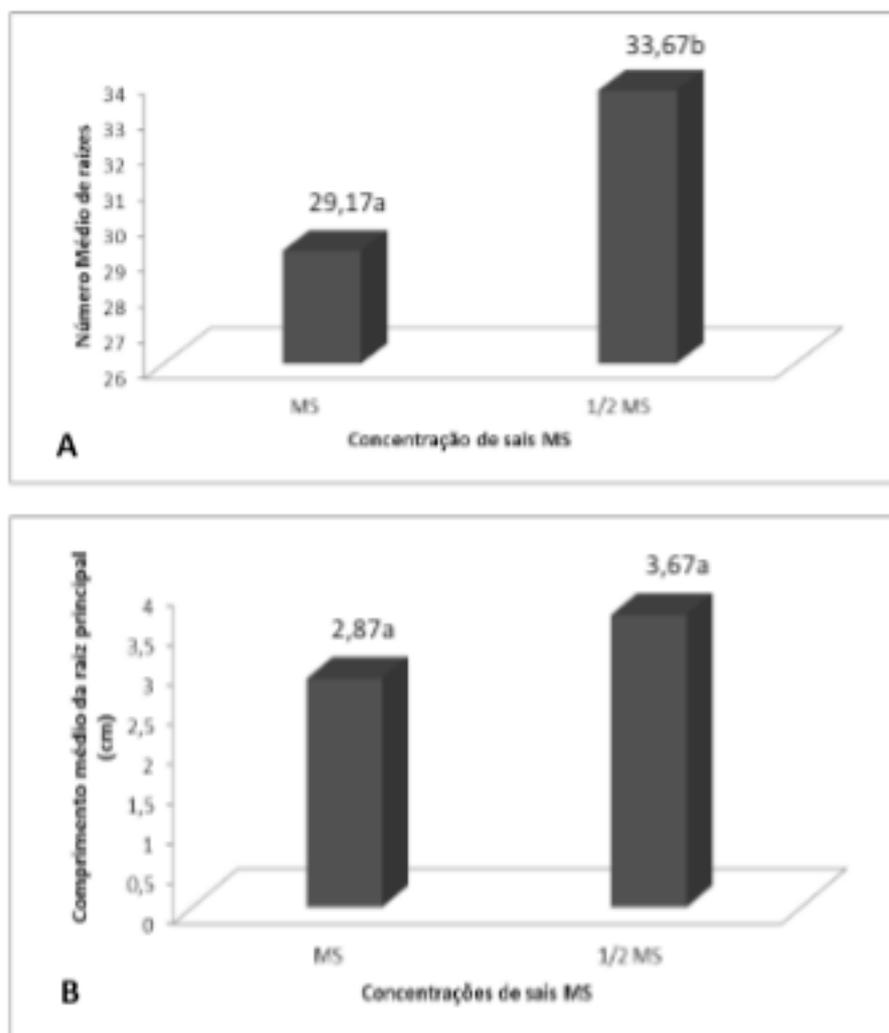


FIGURA 3. Número de raízes e comprimento da raiz principal em função da concentração de sais no meio de cultura. A) número de raízes e B) Comprimento da raiz principal. MS (meio de cultura com 100% dos sais do MS), 1/2 MS (meio de cultura com 50% dos sais do MS). Barras seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

Na fase de aclimatização observou-se que houve sobrevivência de 87,5% das plantas, após 30 dias do processo (Figura 2F). Esta taxa mostra-se satisfatória, especialmente devido à utilização de garrafas de refrigerante do tipo PET, como recipientes para as plantas. Esse processo de aclimatização, com utilização de garrafas PET, acaba sendo mais econômico e de excelente contribuição para a sustentabilidade ambiental. O primeiro relato da utilização de garrafas PET, como recipiente para aclimatização de plantas *in vitro*, foi citado por Vicente et al. (2009), que obtiveram 100% de sobrevivência na aclimatização de plantas de *Vernonia consensata* L. Becker provenientes do cultivo *in vitro*. Araújo et al. (2002) relataram que mudas de *Aloe vera* enraizadas *in vitro* apresentam 80% a 95% de sobrevivência na aclimatização, mas não utilizaram garrafas PET. Estes autores também relataram que naqueles brotos desprovidos de sistema radicular a taxa de sobrevivência cai para 30%. Portanto, a formação de um sistema radicular bem desenvolvido é fundamental para o sucesso na aclimatização das plantas *in vitro*. Além disso, é imprescindível selecionar um substrato

que favoreça o crescimento e desenvolvimento das plantas micropropagadas, para não interferir no sucesso da aclimatização (LIMA et al., 2007).

#### 4 | CONCLUSÕES

A concentração ótima de 2,6 mg L<sup>-1</sup> de BAP na fase de multiplicação, utilizando explantes oriundos das plantas estabelecidas em meio de cultura MS com 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP, foi aquela que proporcionou a máxima proliferação de brotos.

O meio de cultura MS/2 mostrou-se mais eficiente para induzir o número de raízes e comprimento da maior raiz.

A aclimatização de plantas de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen oriundas do cultivo in vitro, utilizando garrafas de refrigerante do tipo PET, constitui-se em um processo possível e viável nas condições avaliadas.

O protocolo de micropropagação de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen, definido neste trabalho, permite obter 57.000 mudas no período de seis meses de cultivo in vitro.

#### 5 | AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Faculdade Maria Milza por fornecer a infraestrutura física e apoio financeiro, essenciais para a realização desse estudo.

#### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, P. S. et al. Micropropagação de babosa *Aloe vera* L. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 25, p. 54-7, 2002.

BLANK, A. F. et al. In vitro establishment of pepperrosmarin nodal segments. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 255-8, 2008.

DINIZ, J. D. N. et al. Multiplicação e enraizamento in vitro do guaco. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 59-64, 2006.

FLORES, R.; MALDANER J.; NICOLOSO F. T. Otimização da micropropagação de *Pfaffia tuberosa* (Spreng.) Hicken. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, mai-jun, 2006.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C. et al. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: CBAB/Embrapa, 1998. p.183- 260.

HARARIKA, B. N. Acclimatization of tissue-cultured plants. **Current Science**, v. 85, n. 12, p.1704-1712, 2003.

LEMES, C. S. R. et al. Meios de cultivo e sacarose no crescimento inicial in vitro de *Miltonia flavescens*. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 499-505, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v46n3/1678-4596-cr-46-03-00499.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150368>.

LIMA, C. S. M. et al. Substratos para aclimatização de plantas micropropagadas de *Mentha viridis* L. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 672-674, 2007.

MALDANER, J. et al. Crescimento de plântulas de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen cultivadas in vitro sob dois níveis de nitrogênio e sacarose, durante seis subculturas sucessivas e aclimatização. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 133-140, Feb. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782007000100021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782007000100021&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 14 mai. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000100021>.

MURASHIGUE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 5, p. 473-97, 1962.

NASCIMENTO A. da C. et al. BAP e AIB no cultivo in vitro de *Eugenia pyriformis* Cambess. **Revista Acadêmica - Ciências Agrárias e Ambientais** (PUC), v. 6, n. 2, p. 223-228, abr./jun. 2008.

NICOLOSO, F. T. et al. Influência da posição da estaca no ramo sobre o enraizamento de *Pfaffia glomerata* (Spreng) Pedersen em dois substratos. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 277-283, 1999.

NICOLOSO, F. T. et al. Micropropagação do ginseng brasileiro (*Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.3, n.2, p.11-8, 2001.

OLIVEIRA, K. S.; FREIRE, F. A. M. de; ALOUFA, M. A. I. Efeito de 6-benzilaminopurina e ácido naftalenoacético sobre a propagação in vitro de *Hancornia speciosa*. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 335-342, 2016. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/43993>>. Acesso em: 14 mai. 2019.

RATES, S. M. K.; GOSMANN, G. Gênero *Pfaffia*: aspectos químicos, farmacológicos e implicações para o seu emprego terapêutico. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, n. 2, p. 85-93, 2002.

SOUZA, A. da S.; JUNGHANS, T. G.; SOUZA, F. V. D.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; MENEZES, M. C.; SILVEIRA, D. G., SANTOS, V. da S. Micropropagação da mandioca. In: JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. da S. (ed.). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 345-371.

VICENTE, M. A. A. et al. Multiplicação in vitro e aclimação de *Vernonia condensata* Baker. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, n. 2, p. 176-83, 2009.

VILLA, F. et al. Multiplicação in vitro da amoreira-preta 'ÉBANO' em diferentes concentrações de meio MS e BAP. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 582-589, 2005.

WAREING, P. F.; PHILLIPS, I. D. J. **Growth and differentiation in plants**. 3.ed. Oxford, England: Pergamon Press, 1981, 343p.

## PARASITOLOGIA NA ESCOLA: INTERVENÇÕES EM EDUCAÇÃO E SAÚDE

### **Carlos Eduardo da Silva Filomeno**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Shayane Martins Rodrigues Gomes**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Aline Aparecida da Rosa**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Karine Gomes Leite**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ

### **Thainá de Melo Ubirajara**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Taynara Vieira Teixeira**

Universidade Veiga de Almeida  
Rio de Janeiro

### **Bruno Moraes da Silva**

Universidade Estácio de Sá  
Rio de Janeiro – RJ

### **Andréia Carolinne de Souza Brito**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ

### **Alexandre Ribeiro Bello**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ

### **José Roberto Machado-Silva**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – RJ

### **Renata Heisler Neves**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ

**RESUMO:** A Educação em Saúde é um campo amplo para o qual convergem diversas concepções, demarcadas por diferentes aspectos sobre o homem e a sociedade. Neste sentido, a Liga de Parasitologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LIPAR UERJ) desenvolve ações de promoção de Educação e Saúde em espaços formais e não-formais. Este trabalho tem por objetivo apresentar as experiências positivas de uma intervenção em uma escola pública do Estado do Rio de Janeiro pela LIPAR UERJ de modo a contribuir à promoção da saúde, a construção da cidadania e do comprometimento com a transformação social de modo crítico, reflexivo e participativo. Por meio de três atividades expositivas dialógicas diferenciadas sobre parasitologia e parasitoses, observação de modelos didáticos, parasitos fixados em formol, microscopia e de um questionário anônimo para avaliar as atividades acreditamos que as ações desempenhadas permitiram uma aprendizagem dos discentes efetiva e plena.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação, Enteroparasitoses, Saúde, Liga acadêmica.

**ABSTRACT:** Education in Health is a broad field for which different conceptions converge, demarcated by different aspects about the man and the society. In this sense, the League of Parasitology of the State University of Rio de Janeiro (LIPAR UERJ) develops actions to promote Education and Health in formal and non-formal spaces. This work aims to present the positive experiences of an intervention in a public school in the State of Rio de Janeiro by LIPAR UERJ in order to contribute to the promotion of health, the construction of citizenship and commitment to social transformation in a critical, reflective way and participatory. By means of 3 differentiated dialogic expositive activities on parasitology and parasitoses, observation of didactic models, fixed parasites in formaldehyde, microscopy and an anonymous questionnaire to evaluate the activities, we believe that the actions carried out allowed students to learn effectively and fully.

**KEYWORDS:** Education, Enteroparasitoses, Health, Academic League.

### 1 | INTRODUÇÃO

A Educação em Saúde é um instrumento viável que deve ser utilizado por educadores na promoção da qualidade de vida na sociedade brasileira. Saúde e Educação são aspectos inter-relacionados para o desenvolvimento do bem-estar da população, segundo Sá-Silva (2010) e colaboradores.

As parasitoses são um grave problema de saúde pública. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, essas doenças afetam bilhões de pessoas levando a óbito, anualmente, outras milhões (WHO, 2010).

No Brasil, doenças como Esquistossomose (*Schistosoma mansoni*, Sambon 1907), Teníase (*Taenia solium* Linnaeus, 1758), (*Taenia saginata*, Linnaeus 1758), Ascariíase (*Ascaris lumbricoides* Linnaeus, 1758) e Enterobíase (*Enterobius vermicularis* Linnaeus, 1758) representam as parasitoses mais frequentes. Tais doenças são causadas devido aos grandes problemas de saúde pública, principalmente aos indivíduos sem o saneamento básico necessário (Katz et al., 2018). A precariedade e a falta de higiene necessária com os alimentos pode ser uma das formas de contaminação.

Há uma carência de políticas de educação sanitária eficazes, que atinjam todos os níveis sociais da população. A carência de saneamento básico provoca crescentes casos de doenças parasitárias, trazendo prejuízos à saúde da população. Hábitos culturais também são fatores pré-patogênicos que colaboram para a prevalência de doenças parasitárias (Neves, 2005). Estas doenças, resultarem no comprometimento do desenvolvimento físico e intelectual, enfraquecem o organismo do indivíduo possibilitando o surgimento de outras doenças, podendo levar à redução da imunidade e até ao óbito. **É possível mudar** esse cenário com melhorias nas condições socioeconômicas, no saneamento básico e na educação sanitária (BRASIL, 2013).

Por terem como características comuns o elevado endemismo nas áreas rurais e nas áreas urbanas menos favorecidas de países em desenvolvimento, apresentarem escassez de financiamento para pesquisas científicas e pouco investimento econômico para o desenvolvimento de novos fármacos, a OMS reconheceu que as parasitoses podem ser classificadas como doenças negligenciadas, de populações negligenciadas ou de populações economicamente marginalizadas da sociedade (GROSS & SILVA, 2016).

As parasitoses ocorrem com maior ou menor intensidade em diferentes comunidades, bem como em diferentes faixas etárias, tais como os estudos realizados em creches em Niterói (UCHOA *et al.*, 2009). Portanto, não é surpresa que a faixa escolar tem sido alvo de numerosas publicações e que os resultados mostram uma associação entre parasitoses e deficiência no estado nutricional, principalmente a anemia por deficiência de ferro (ZANIN *et al.*, 2015).

Por serem tradicionalmente doenças negligenciadas, as parasitoses ocupam lugar secundário nas agendas nacionais e internacionais de órgãos de saúde, sendo necessário cada vez mais, a propagação da educação em saúde e transmissão do conhecimento sobre este assunto. Para isto, são necessárias metodologias e teorias que permitam a construção do conhecimento compartilhado de forma contínua (EBLING *et al.*, 2012). Políticas de educação em saúde que visem difundir o conhecimento sobre as parasitoses, e suas formas de prevenção e tratamento, são de extrema importância. Eficazes, embora o sistema não privilegia a educação em saúde, o que dificulta a implantação das ações de controle destas doenças (BOIA, 2006).

A educação em saúde deve ser direcionada para crianças, como uma estratégia a ser utilizada pelos profissionais de saúde, uma vez que ao trabalhar o indivíduo nessa fase da vida, aumentam-se as possibilidades de que quando adultos, tenham uma melhor qualidade de vida, com consciência crítica e com poder sobre as questões de saúde. Deste modo, a prática educativa, sendo bem conduzida levará a redução das parasitoses (BARBOSA *et al.*, 2009). Para tal, é extremamente importante conhecer o contexto sociocultural na qual a população está envolvida, bem como identificar as desigualdades sociais geradas pela pobreza (UCHÔA *et al.*, 2009).

Estudos apontam que, grande parte das crianças em idade escolar são acometidas por parasitos intestinais e, esse índice aumenta quando associa-se moradias com condições precárias de saneamento e de higiene pessoal (MARQUES *et al.*, 2005).

Em 2009, Pezzani e colaboradores em seu estudo, avaliaram um plano de ações para redução de parasitoses, incluindo intervenções educativas, e demonstrou redução nas taxas de infecções parasitárias, principalmente as infecções por helminto. Estes autores realizaram reuniões educativas com a comunidade abordando medidas preventivas de forma simples e objetiva.

Por meio de ações educativas em escolas e creches, é possível romper algumas barreiras do ensino tradicional e ir além do ambiente escolar, propagando o conhecimento para os lares e comunidade através destas crianças (GAZZINELLI *et*

al., 2005), permitindo o controle e a prevenção das doenças parasitárias por meio de medidas simples e conseqüentemente, melhorando sua qualidade de vida (HOTEZ et al., 2009).

Para atingir o público escolar e tornar a abordagem mais dinâmica pode-se recorrer à utilização de atividades lúdicas, como teatros, histórias em quadrinhos, jornais informativos, jogos e modelos didáticos que podem provocar uma absorção de conteúdos mais agradável (ARAÚJO, 2001; SCHALL, 2000). Intervenções desta natureza são ferramentas importantes para o desenvolvimento de práticas preventivas contra doenças parasitárias e podem estimular ações que contribuam para uma melhor forma de ensino, com resultados positivos na aprendizagem do aluno (TOSCANI et al., 2007).

Este trabalho tem como objetivo relatar as contribuições de uma intervenção em educação e saúde da Liga de Parasitologia da UERJ no Colégio Estadual João Alfredo, Vila Isabel, Rio de Janeiro.

## 2 | METODOLOGIA

Foi feito estudo qualitativo e quantitativo 50 alunos de ambos os sexos do 2º. ano do ensino médio do Colégio Estadual João Alfredo, Vila Isabel, RJ.

As experiências aqui desempenhadas são ações desenvolvidas por estudantes de licenciatura, bacharelado em ciências biológicas, biomedicina, nutrição, enfermagem e colaboradores da pós-graduação da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), no âmbito da Liga Acadêmica de Parasitologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LiPar) que atuaram nas atividades de intervenção em educação e saúde.

A LiPar integra o grupo de pesquisa “Doenças Crônicas Degenerativas” da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e conta com a participação de 11 estudantes de graduação, 8 de pós-graduação e 3 docentes da instituição. A LiPar desenvolve práticas de divulgação e difusão científica, bem como educação em saúde no âmbito formal (escolar) e não-formal (extra-escolar). O grupo tem se atentado para a importância em abordar e discutir temas como saneamento básico, higiene e qualidade de vida, e tem como diferencial apresentar, para tal, uma educação em saúde sob uma perspectiva lúdica, didática e crítica.

Com o intuito de aprimorar o ensino-aprendizagem na área de parasitologia para os alunos do ensino médio, foram realizadas as seguintes atividades: aula expositiva dialógica, cujos títulos foram: “*Parasitas fantásticos e onde habitam*”, que teve o objetivo de apresentar a parasitologia de forma geral, como morfologia e características dos parasitos; “*Se ficar o bicho pega*”, abordar a Tricomoníase, forma de infecção, profilaxia e tratamento e por último, “*Comer bem faz mal?*”, que reforçou as parasitoses intestinais, infecção, profilaxia e tratamento. Cada aula expositiva dialógica teve duração máxima

de 20 minutos e foi projetada com o auxílio de um Datashow.

Posteriormente, no laboratório de biologia da unidade escolar, os alunos foram divididos em grupos de 5 alunos para apresentação de modelos didáticos construídos com porcelana fria, visualização de parasitos conservados em formol e, também no microscópio óptico de luz. Os modelos didáticos apresentados na intervenção da LIPAR foram: *Giardia lamblia*, *Ascaris lumbricoides*, *Leishmania* sp, *Trypanosoma cruzi*, *Trichuris trichiura* e do ectoparasito *Pediculus humanus*, pertencentes ao acervo da Disciplina de Parasitologia da UERJ, na qual a Liga pertence.

Com a finalidade de avaliar a ação de intervenção em educação em saúde desenvolvida na escola e o impacto gerado pelas atividades da LiPar, foi aplicado ao final um questionário anônimo com oito questões, sendo sete fechadas e uma aberta (Tabela 1).

<b>PERGUNTAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>
1. Você estudou previamente a matéria parasitologia antes da aplicação das atividades propostas pela LiPar?	Verificar se os alunos pesquisaram antes o assunto que seria abordado.
2. Como você classifica o nível de dificuldade do conteúdo apresentado?	Verificar se o tema apresentado é considerado difícil.
3. Antes da aplicação das atividades propostas pela LiPar, como você classifica o seu nível de conhecimento sobre o assunto?	Verificar se o nível de conhecimento mudou após a intervenção.
4. Após a aplicação das atividades propostas pela LiPar, como você avalia o seu nível de aprendizado?	Verificar se a aprendizagem foi alcançada com as ações.
5. Você acha importante a confecção de modelos didáticos, como os modelos aplicados na prática, para a compreensão da disciplina?	Reconhecer a importância dos modelos didáticos na compreensão da disciplina.
6. As atividades propostas pela LiPar auxiliaram o aprendizado sobre o conteúdo aplicado? Caso considere que auxiliou, por quais motivos?	Confirmar se as atividades auxiliaram na aprendizagem e seus motivos.
7. Como você avalia o conhecimento dos ligantes quanto aos conteúdos apresentados?	Verificar se o conhecimento dos membros da liga é satisfatório.
8. Que sugestões você daria para melhorar as atividades propostas pela LiPar?	Conhecer as sugestões para melhorar as próximas intervenções da LIPAR

Tabela 1: Questionário de avaliação da atividade de intervenção da Liga de Parasitologia.

Ao final os dados obtidos pelo questionário foram tabulados, analisados e expressos em gráficos.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a aula expositiva dialógica os estudantes tiveram a oportunidade de aprender e se aprofundar sobre diversas parasitoses, como: Ascariíase, Esquistossomose, Ancilostomíase, Teníase, Cisticercose, Tricuríase, Enterobíase, Giardíase, Amebíase, Tricomoníase, Tripanossomíase entre outras (Figura 1). Os alunos participaram ativamente durante o ciclo de três aulas expositivas dialógicas sobre as parasitoses, fazendo perguntas, e expondo experiências vividas. Os integrantes da LIPAR, abordaram as parasitoses de forma bem didática utilizando-se de uma linguagem e modelos de slides mais despojados, tanto para chamar mais a atenção estudantes como para facilitar o entendimento sobre o assunto. Nestas apresentações, foram apresentados aos alunos, a morfologia dos parasitos, suas formas de transmissão, sintomas e principalmente, as formas de prevenção.



Figura 1: Aula expositiva dialógica. A – Laboratório de Biologia; B – Sala de aula.

As aulas expositivas dialógicas tiveram títulos diferenciados de modo a despertar a curiosidade e a atenção dos alunos para as atividades, a saber foram: “*Parasitos fantásticos e onde habitam*”, “*Se ficar o bicho pega*”, “*Comer bem faz mal?*” (Figura 2). De modo bem lúdico, informal e participativo, os alunos puderam conhecer um pouco mais sobre algumas parasitoses e seus aspectos biológicos, infecção, patogenias, sintomatologia, prevenção e tratamento.

Segundos Santos e colaboradores (2015), pensar em estratégias didáticas para a prática da ES na escola contemporânea torna-se cada vez mais pertinente, e importante para aprendizagem escolar, mobilizando todos os atores sociais envolvidos (discente e docente) para que reflitam sobre sua realidade, por meio do contato com temas relacionados à saúde individual e coletiva.



Figura 2: Título das apresentações. A – Parasitos fantásticos e onde habitam; B – Se ficar o bicho pega; C – Comer bem faz mal?

Boa parte da limitação das aulas de Ciências e Biologia está vinculada a pouca relação entre essas aulas, a realidade dos alunos e seus interesses. O que se ensina aos alunos tem muito pouco sentido e vínculo com o desenvolvimento intelectual e emocional dos mesmos (Miriam Krasilchik, 1987).

Após a aula expositiva, os alunos foram organizados em grupos para atividades de microscopia e observação de modelos didáticos de parasitos (Figura 3). Os modelos didáticos deixados para observação e manuseio dos alunos juntamente com os parasitos conservados em formol: *Taenia* sp., *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Enterobius vermicularis*, *Schistosoma mansoni*.



Figura 3: Observação dos modelos didáticos e dos parasitos fixados em formol.

Foram disponibilizados microscópios com lâminas de: trofozoíto de *Giardia lamblia*, ovo do *Ascaris lumbricoides*, ovo de *Trichuris trichiura*, casal de vermes adultos de *Schistosoma mansoni* e proglote de *Taenia* sp. Além de lupa para visualização do piolho e lêndeas. Vale ressaltar que essas atividades foram realizadas no laboratório (assim como uma aula prática), de modo que todos pudessem compreender, com clareza, o que estava sendo discutido (Figura 4).



Figura 4: A e B – Alunos durante a atividade de microscopia observando parasitos diversos.

Nesse momento os alunos puderam juntar as informações passadas nas aulas com a prática, fazendo uma conexão do abstrato com o concreto.

### 3.1 Da Avaliação das Atividades de Intervenção da Liga de Parasitologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Ao final das ações da Liga buscamos avaliar as atividades de intervenção em Educação e Saúde bem como o impacto que as atividades desenvolvidas geraram nos estudantes por meio de um questionário.

A análise das respostas do questionário revelou que 33% dos estudantes que participaram da ação interventora na escola estudaram previamente assuntos referentes à parasitologia enquanto 67% dos alunos disseram não ter estudado (Gráfico 1A). O nível de dificuldade do conteúdo apresentado foi considerado razoável para a maioria dos discentes (78%). Poucos acharam fácil (7%) e 15% achou os conteúdos apresentados difíceis (Gráfico 1B).

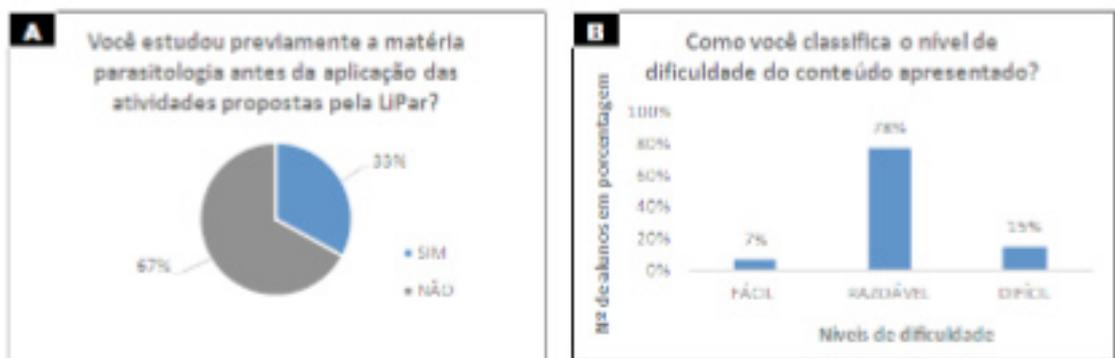


Gráfico 1: A - Porcentagem de alunos que estudaram previamente o assunto antes da intervenção da LIPAR. B – Nível de dificuldade do conteúdo apresentado segundo os alunos.

Quando inquerimos sobre como classificam seu nível de conhecimento antes da

ação, 56% disseram tinham nível de conhecimento regular sobre parasitologia, 15% afirmaram ter bom e satisfatório, seguido de 19% que alegaram ter um conhecimento ruim sobre o assunto (Gráfico 2A). Diante disso, fazemos duas suposições: a primeira é de que a pergunta número 1 ficou bastante subjetiva e os alunos podem ter entendido “estudou” como uma dedicação para além das aulas e, por isso, a maioria respondeu que não tinha estudado. A segunda suposição leva em conta que os outros conhecimentos adquiridos sobre a temática podem ter sido aprendidos fora do contexto escolar, uma vez que 86% dos alunos afirmaram ter algum conhecimento que variava entre bom, satisfatório e regular, o que não condiz com a quantidade de alunos que na pergunta 1 responderam não ter estudado previamente a matéria. Quando inqueridos se a intervenção da Liga de Parasitologia colaborou para a compreensão dos alunos sobre os temas de parasitologia, através das práticas propostas, onde verificamos que 67% dos alunos consideraram seus conhecimentos bons, 15% regular, 11% satisfatório e ninguém considerou ruim (Gráfico 2B). Percebemos que houve uma significativa melhora no conhecimento dos alunos em relação ao conhecimento dos assuntos. Isto indica que a atuação da LIPAR contribuiu de alguma forma no processo de aprendizagem dos estudantes sobre a temática. Cada vez mais se faz necessário, devendo por primazia tratar assuntos do cotidiano dos alunos, para que sirva como um instrumento didático para disseminar informações sobre a prevenção de certas doenças (SANTOS et al., 2015)

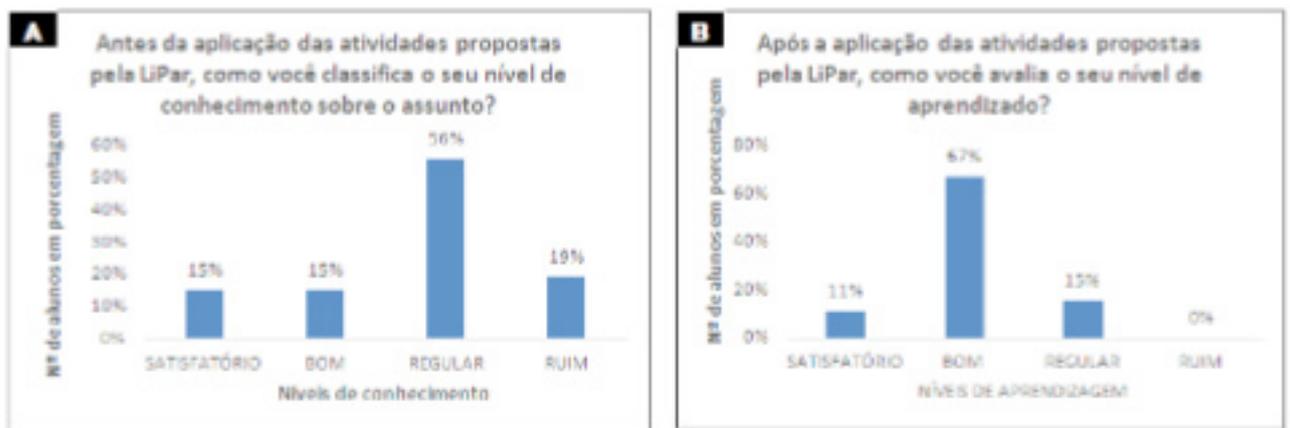


Gráfico 2: A - Nível de conhecimento dos alunos antes das atividades. B - Avaliação da aprendizagem após às atividades.

Tal contribuição pode ser medida, sobretudo, pela utilização dos modelos didáticos nas práticas realizadas, que foram avaliados positivamente por 96% dos estudantes na pergunta 5, como uma forma de ajudar na compreensão da matéria abordada (Gráfico 3A). A principal motivação apontada pelos alunos no uso dos modelos se refere ao fato de serem objetos mais atrativos e palpáveis, aumentando o interesse pelo tema. A aprendizagem colocada por essa intervenção demandou e, ao mesmo tempo, desenvolveu habilidades e atitudes específicas dos indivíduos em seu contexto

de aprendizagem sobre os assuntos.

De forma geral, todas as atividades propostas pela LIPAR (modelos didáticos, práticas com microscópio, modelos reais e a explanação teórica) foram consideradas por 85% dos estudantes como positivas para auxiliar o aprendizado sobre os conteúdos aplicados (Gráfico 3B), enquanto 11% consideraram que não contribuiu no aprendizado e 4% não responderam.

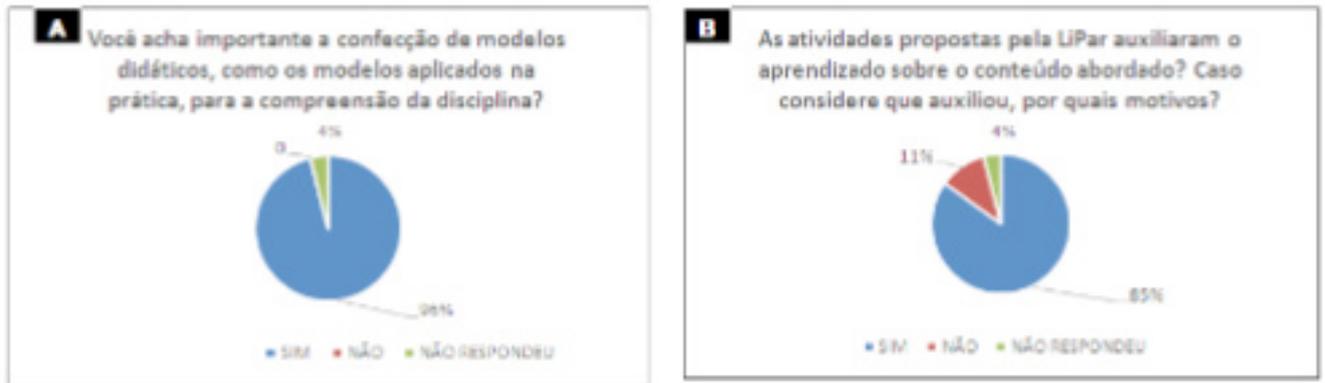


Gráfico 3: A - Importância dos modelos didáticos usados para a compreensão da disciplina. B - As atividades auxiliaram no aprendizado sobre o conteúdo abordado.

Segundo os discentes, 56% dos membros da Liga de Parasitologia apresentam um conhecimento satisfatório sobre o assunto, 33% bom, 7% regular, e apenas 4% como ruim (Gráfico 4).



Gráfico 4: Nível de conhecimento dos ligantes segundo os alunos.

Por último, buscamos saber dos inqueridos sugestões para melhorar as próximas intervenções em educação e saúde da Liga de Parasitologia da Universidade do estado do Rio de Janeiro (Quadro 1).

<i>Atividades sobre o assunto para fixar melhor.</i>
<i>Trazendo mais materiais.</i>
<i>Já está ótima.</i>
<i>Mais de biologia como essa.</i>
<i>Passar mais assuntos referentes ao que foi apresentado pela LiPar e fazer exercícios sobre o assunto.</i>
<i>Ter atividades como essa com mais frequência.</i>
<i>Fazer atividades assim todo bimestre.</i>
<i>Uma atividade fora do colégio.</i>

Quadro 1: Sugestões dos discentes para as próximas intervenções da LIPAR

Os alunos sugeriram mais atividades como está na escola e consideraram as ações satisfatórias. Neves (2005) afirma que os hábitos culturais são fatores pré-patogênicos que colaboram para a prevalência de doenças parasitárias. Melo (2010) complementa dizendo que em geral, a ocorrência de parasitoses intestinais ainda se mantém pela falta de informação sobre o assunto, uma vez que a profilaxia dessas infecções depende do conhecimento de como ocorre a transmissão dos parasitos envolvidos. Deste modo, acreditamos que nossas ações colaboram com a ampliação do conhecimento desses alunos para uma possível mudança nos hábitos, podendo contribuir para uma redução na incidência das parasitoses como já fora avaliado por Barbosa (2009).

De acordo com os resultados encontrados pôde-se constatar que as estratégias de interação e abordagens da temática mostraram-se adequadas, acompanhando os requisitos estruturais para educação em saúde, com uma atenção metodológica pertinente a especificidades do público alvo, bem como atendendo as necessidades dos mesmos. Atentando ao fato de que as ações educativas em saúde não possuem um caráter unilateral e vertical, e sim bilateral e horizontal, onde a troca de experiências possibilita também o crescimento dos membros da Liga. Assim, é necessária uma análise das práticas e dos processos heterogêneos por meio dos quais os seres humanos vêm a se relacionar consigo e com os outros enquanto sujeitos de sua própria realidade (Souza et al., 2007).

No que se refere as atividades, observou-se demonstração de interesse e abertura para a realização de ações preventivas. A participação dos envolvidos no processo educativo ocorreu de forma ativa, viabilizando aos facilitados do processo, o desenrolar das ações educativas, bem como a visualização do entendimento do envolvidos quanto à prática educativa.

As atividades foram bem aceitas e mostraram ser um bom instrumento para

difusão da informação sobre as parasitoses. Os alunos demonstraram interesse e questionaram as informações em busca de aprimorar seus conhecimentos. Tendo isto como um ponto positivo em relação a eficácia deste método para a prevenção primária da torná-los multiplicadores das informações em sua comunidade, ressaltando a educação como importante fator na prevenção das enteroparasitoses. Visto que as parasitoses não são um problema individual e sim sociocultural, sendo de suma importância o conhecimento para a prevenção e controle.

O desenvolvimento de habilidades por meio da educação em saúde tem uma relação direta com a participação dos usuários para que estes possam ter um maior controle sobre a sua saúde e, assim, possam mudar o comportamento e passar a atuar de forma positiva, fundamentados no conhecimento (Souza et al., 2007). A partir das habilidades e conhecimento construído, se pode fazer escolhas fundamentadas no pensamento crítico, no direcionamento das práticas de saúde e da vida. Este conhecimento dá às pessoas o poder e o controle sobre seu destino, fazendo com que estas enumerem suas prioridades, definam suas estratégias e implementem ações que visem uma melhora nas suas condições de saúde (Souza et al., 2007).

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A característica essencial deste trabalho é a nova forma de ensinar e promover a ampliação de possibilidades de aprendizagem em saúde e no envolvimento de todos os que participam do ato de ensinar seja da educação básica ou da academia.

Este trabalho proporcionou, aos acadêmicos e a comunidade discente escolar, a possibilidade de uma intervenção transformadora, promovendo uma assistência de saúde para formação crítica e construtiva do saber com relação aos parasitos, principalmente para a prevenção das parasitoses. Pôde cumprir também com o papel da universidade, ampliando sua relação com o ambiente extra universitário divulgando e compartilhando o conhecimento científico. Nessa intervenção, os alunos tiveram a oportunidade de vivenciar a realidade na prática possibilitando sua transformação através da reflexão crítica e construtiva, na perspectiva de uma sociedade que busca a qualidade de vida.

#### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. F. M. **Aids/Jogos educativos: viabilizando estratégias de avaliação.** Tese (Doutorado de Enfermagem) apresentada ao Departamento de Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

BARBOSA, L. A.; SAMPAIO, A. L. A.; MELO, A. L. A.; MACEDO, A. P. N., MACHADO, M. F. A. S. **A educação em saúde como instrumento na prevenção de parasitoses.** Revista Brasileira em Promoção da Saúde, Fortaleza, 22(4): 272-278, 2009.

BÓIA, M. N. et al. **Mass treatment for intestinal helminthiasis control in an Amazonian endemic area in Brazil.** Rev. Inst. Med. Trop. S. Paulo. São Paulo, v. 48, n. 4, p. 189-195, 2006.

BRASIL, M. DA S. **Plano integrado de ações estratégicas de eliminação da hanseníase, filariose, esquistossomose e oncocercose como problema de saúde pública, tracoma como causa de cegueira e controle das geohelmintíases**, 1ª ed., p. 11-50, 2013.

EBLING, S. B. D. et al. **Popular education and health education: a necessary link in health practices**. J Nurs UFPE on line, v. 6, n. 9, p. 2285-9, 2012.

GAZZINELLI, M. F. et al. **Educação em saúde: conceitos, representações sociais e experiências de doença**. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 200-206, 2005.

GROSS, A.A.; SILVA, G.K.; **Incidência de enteroparasitos intestinais em uma escola infantil pública e uma escola infantil comunitária, em um município no interior do Rio Grande do Sul**. Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado, RS, v. 8, n. 3, p. 50-57, 2016.

HOTEZ, P. J. et al. **Rescuing the bottom billion through control of neglected tropical diseases**. The Lancet. Vol. 373, p. 1570-1575, 2009.

KATZ, N. **Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geo-helminthos**. Belo Horizonte: Centro de Pesquisas René Rachou (CPqRR), p.76, 2018.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

MARQUES Tietz et al. **Prevalência de entereoparasitoses em Concórdia, Santa Catarina, Brasil**. Parasitol. Latinoam. Santiago. 60(1-2): 78-81.2005.a

MELO, E. M.; FERRAZ, F. N.; ALEIXO, D. L. **Importância do estudo da prevalência de parasitos intestinais de crianças em idade escolar**. SaBios: Rev. Saúde e Biol., 5(1): 43-7, 2010.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: HUCITEC/ABRASCO, 11 ed., p. 408, 2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Plano Nacional de Vigilância e Controle das Enteroparasitoses**. BRASÍLIA: p. 42, 2005.

NEVES, D. P.; MELLO, A. L.; LINARD, P. M., et al. **Parasitologia Humana**. 11º ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

PEZZANI, B.C. et al. **Participación comunitaria en el control de las parasitosis intestinales en una localidad rural de Argentina**. Ver Panam Salud Publica. V. 26, p. 471-477, 2009.

SANTOS, S. M. dos; LEAL, C. A.; LIMA, C. F. A.; BARBOSA, J. V. **Estratégias didáticas para abordagem da Enterobiose na educação básica**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 10., 2015, Águas de Lindoia. Anais... Belo Horizonte: ABRAPEC, 2015.

SÁ-SILVA, J. R.; PORTO, M. J. F.; SOUSA, C. E. B.; ALMEIDA, F. V. P. de. **Escola, educação em saúde e representações sociais: problematizando as parasitoses intestinais**. Pesquisa em Foco, v.18, n.1, p. 82-95, 2010.

SCHALL, V.T. **A prevenção de DSTs/AIDS e do uso indevido de drogas a partir da pré-adolescência: uma abordagem lúdico-afetiva**. In: Acselrad, G. (Org.). Avessos do prazer: drogas, AIDS e direitos humanos. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 189-211, 2000.

SOUZA, A. C.; CUNHA, A. P.; SACCOL, A. P.; STEFANES C.; HERMÓGENES, M.V.; LIMA, L. M.; WOSNY, A. M. **A extensão universitária no processo de educação e saúde: um estudo de caso**. Extensio: Revista Eletrônica de Extensão. 4(5), 2007.

TOSCANI, N. V. et al. **Desenvolvimento e análise de jogo educativo para crianças visando à prevenção de doenças parasitológicas**. Interface (Botucatu). Vol. 11, n. 22, Botucatu, Maio/Agosto, 2007.

UCHÔA, C. M.A. et al. **Parasitismo intestinal em crianças e funcionários de creches comunitárias na cidade de Niterói-RJ, Brasil**. Rev. de Patologia Tropical. Vol. 38, p. 267-278, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Parasitic diseases** [Internet]. 2013b.

ZANIN, F.H.C.; CORREIA, D.N.; LAMOUNIER, J.A.; CARVALHO, M.G.; FAUSTO, M.A. **Determinants of Iron Deficiency Anemia in a Cohort of Children Aged 6-71 Months Living in the Northeast of Minas Gerais, Brazil**. PLOS ONE DOI:10.1371/journal.pone.0139555 October 7, 2015.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Avanços para superar o impacto global de doenças tropicais negligenciadas**: Primeiro relatório da OMS sobre doenças tropicais negligenciadas. 2010. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/primeirorelatorioomsdoencastropicais.pdf>.

## PIMENTA *CAPSICUM*: PROPRIEDADES QUÍMICAS, NUTRICIONAIS, FARMACOLÓGICAS, MEDICINAIS E SEU POTENCIAL PARA O AGRONEGÓCIO

### **Cleide Maria Ferreira Pinto**

Eng<sup>a</sup> Agr<sup>a</sup>, D.S., Pesq. EMBRAPA/EPAMIG  
Zona da Mata, Caixa Postal 216, CEP 36570-000  
Viçosa-MG. Correio eletrônico: cleide.pinto@  
epamig.ufv.br

### **Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto**

Farmacêutica-bioquímica, D.S., Pesq. EPAMIG  
Zona da Mata/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal  
216, CEP 36570-000 Viçosa-MG. Correio  
eletrônico: clucia@epamig.ufv.br

### **Sérgio Mauricio Lopes Donzeles**

2Eng<sup>o</sup> Agrícola, D.S., Pesq. EPAMIG Zona da  
Mata/Bolsista FAPEMIG, Caixa Postal 216 CEP  
36570-000 Viçosa-MG Correio  
eletrônico: slopes@ufv.br

**RESUMO:** A pimenta *Capsicum* está entre as especiarias mais consumidas e valorizadas na culinária mundial como temperos. O objetivo foi identificar, a partir de dados da literatura, a diversidade de propriedades benéficas proporcionada pelas pimentas e sua aplicação na culinária, na indústria de alimentos, na farmacologia, na odontologia e na medicina. As pimentas têm altos valores vitamínicos além de ser fonte de antioxidantes naturais como a vitamina C, os carotenóides, os quais têm atividade provitamina A, vitamina E, vitaminas do complexo B além de compostos fenólicos. Entre os principais componentes químicos das

pimentas destacam-se os capsaicinóides, os caretonóides, o ácido ascórbico, vitamina A e tocoferóis. A pungência é o principal atributo das pimentas e é diretamente relacionada com a concentração dos capsaicinóides. A pimenta *Capsicum* é descrita como um alimento funcional com base em suas propriedades antioxidantes, antiinflamatória, antimutagênica e quimiopreventiva da capsaicina. A diversidade de propriedades benéficas presentes nas pimentas e sua grande aplicação na culinária, indústria de alimentos, farmacologia, odontologia e medicina, entre outras, indicam a grande importância sócioeconômica do cultivo dessa hortaliça para o agronegócio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pimentas, *Capsicum* spp., Condimento, Valor nutritivo. Indústria.

**PEPPER *CAPSICUM*: PROPERTIES CHEMICAL, NUTRITION, PHARMACOLOGY, MEDICAL AND ITS POTENTIAL FOR AGROBUSINESS**

**ABSTRACT:** The *Capsicum pepper* is among the most widely consumed spices and valued as seasoning in cooking world. The goal was to identify, from the literature, the diversity of beneficial properties provided by peppers and its application in food, in the food industry, pharmacology, in dentistry and medicine. The peppers have high vitamin values besides being a source of natural antioxidants such as

vitamin C, carotenoids, which have provitamin A activity, vitamin E, B vitamins plus phenolic compounds. Among the main chemical components of peppers highlight the capsaicinoids, the caretonóides, ascorbic acid, vitamin A and tocopherols. The pungency is the main attribute of peppers and is directly related to the concentration of capsaicinoids. The *Capsicum* pepper is described as a functional food based on its antioxidant, anti-inflammatory, antimutagenic and chemopreventive capsaicin. The diversity of beneficial properties present in peppers and their wide application in food, food industry, pharmacology, dentistry and medicine, among others, indicate the great socioeconomic importance of the cultivation of this vegetable for agribusiness.

**KEYWORDS:** peppers, *Capsicum* spp., Spice, Nutritive value. Industry.

## 1 | INTRODUÇÃO

A pimenta *Capsicum* spp. apresenta expressiva importância econômica e social para o agronegócio mundial, associada, em grande parte, ao seu alto aproveitamento na culinária para temperos. As pimentas constituem matéria-prima para extração de corantes, aromatizantes e oleorresinas, substâncias utilizadas em produtos alimentícios, por conferir sabor e aumentar a estabilidade oxidativa dos lipídios. São usadas, ainda, na forma de pó, adicionado a sementes destinadas à alimentação de aves, para fins de prevenção do ataque de esquilos; na forma de gel, em fios de sutura veterinária, para prevenir a remoção dos pontos cirúrgicos pelos animais; e em fios de telefone, para prevenção do ataque de cães e gatos.

As pimentas têm altos valores vitamínicos além de ser fonte de antioxidantes naturais como a vitamina C, os carotenóides, os quais têm atividade provitamina A, vitamina E, vitaminas do complexo B além de compostos fenólicos. Entre os principais componentes químicos das pimentas destacam-se os capsaicinóides, os caretonóides, o ácido ascórbico, vitamina A e tocoferóis, cujas concentrações podem variar com o genótipo e grau de maturação. A pungência ou ardume é o principal atributo das pimentas e é diretamente relacionada com a concentração dos capsaicinóides. O amplo uso de pimentas e de seus extratos, para fins tão diversos, emana da presença destes capsaicinóides nos frutos. Os extratos concentrados de pimentas (oleorresina de *Capsicum*) ou os frutos secos têm sido usados para preparar alimentos picantes há séculos. Atualmente, é grande a quantidade de produtos alimentícios que têm em sua formulação pimentas *Capsicum*. São molhos para carne e massas, sardinhas e atum em lata, patês, biscoitos, macarrão, maineses, catchups, mostardas, queijos, yogurt, doces, balas e chicletes.

Outros usos históricos e atuais de produtos de pimenta *Capsicum* incluem pesquisas nas áreas de medicina, farmácia, odontologia, produção de autodefesa e armas não letais e segurança alimentar em questões associadas à inocuidade de alimentos e nutrição. A pimenta *Capsicum* é descrita como um alimento funcional com base em suas propriedades antioxidantes, antiinflamatória, antimutagênica e

quimiopreventiva da capsaicina. O objetivo foi identificar, a partir de dados da literatura, a diversidade de propriedades benéficas proporcionada pelas pimentas e sua aplicação na culinária, na indústria de alimentos, na farmacologia, na odontologia e na medicina.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada por profissionais da área de ciências agrárias e da saúde. Os itens de interesse abordados incluíram, valor nutricional, composição química, as propriedades, usos e as aplicações da pimenta *Capsicum*. Foram pesquisados artigos de periódicos publicados entre os anos 2001 e 2012 por meio da base de dados Scielo Brasil (<http://www.scielo.br>), empregando-se como principais palavras-chave: Pimenta, *Capsicum* spp., Capsaicina. Os critérios de seleção do material seguiram os padrões de revistas científicas com corpo editorial.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### VALOR NUTRICIONAL

Embora o ardume (pungência ou sabor picante) seja o atributo mais atrativo das pimentas, os seus frutos são ricos em fibras, sais minerais, vitaminas, flavonóides, carotenos e outros metabólitos secundários com propriedades antioxidantes (Quadros 1 e 2). Muitas variedades de pimenta produzidas no Brasil possuem alto valor nutricional e baixo teor de calorias (Quadro 2).

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Os componentes químicos das pimentas podem ser divididos em dois grupos. O primeiro determina o uso da pimenta como condimento, por conferir sabor específico, cor e aroma, compreende a capsaicina e seus análogos estruturais (os capsaicinóides), os carotenoides, os polifenóis e vários componentes voláteis, especialmente as pirazinas e os ácidos orgânicos. O segundo grupo inclui componentes de valor nutricional como carboidratos, lipídeos, proteínas, vitaminas, fibras e sais minerais. Esses componentes são encontrados em concentrações variáveis, de acordo com a espécie, a cultivar, as condições de cultivo e maturação dos frutos (Quadro 2) (Wahyuni et al., 2011; Nuñez-Ramizes et al., 2011; Rodriguez-Maturino et al., 2012), o manuseio pós-colheita e o armazenamento (Topuz et al., 2011).

Os carboidratos são componentes predominantes nos frutos de *Capsicum*, sendo a frutose o principal açúcar. Frutose e glicose perfazem juntas cerca de 70% dos açúcares totais e redutores os quais estão em níveis máximos em pimentas suculentas e vermelhas. Os teores de proteínas e lipídios em polpas de pimenta são reduzidos e todas as variedades contem pouca caloria; as pimentas maduras possuem entre 22

kcal por 100 gramas de parte comestível (Scherz & Senser, 1994 apud Lutz & Freitas, 2008).

Composição	Pimenta	
	Jalapeño	Vermelha (Dedo-de-moça)
Vitamina C (mg)	44,3	143,7
Tiamina (mg)	0,14	0,07
Riboflavina (mg)	0,06	0,09
Niacina (mg)	1,12	1,24
Ácido pantotênico (mg)	0,23	0,20
Vitamina B6 (mg)	0,51	0,50
Folato (mcg)	47	23
Vitamina A (mcg)	40	48
Betacaroteno (mcg)	455	534
Alfacaroteno (mcg)	15	36
Betacriptoxantina (mcg)	34	40
Luteína + zeantina (mcg)	492	709
Vitamina E (mg)	0,47	0,69
Vitamina K (mcg)	9,7	14,0

QUADRO 1 – Concentração de vitaminas e de carotenos presentes em 100 g de pimenta-jalapeño e de pimenta-vermelha (Dedo-de-moça)

FONTE: USA (2007 apud Lutz & Freitas, 2008)

## VITAMINAS

*Carotenóides e provitamina A* - Os pigmentos carotenoides conferem aos frutos de pimenta cores diversas e brilhantes e, pelo seu valor nutricional, estão entre os mais importantes pigmentos vegetais. Mais de 30 pigmentos diferentes foram identificados em frutos de pimenta. A cor vermelha é atribuída aos carotenoides capsantina e capsorubina e a cor amarela é atribuída aos carotenoides betacaroteno, zeantina e criptoxantina. A capsantina, principal carotenóide em frutos maduros (Rodríguez-Burruezo; Gonzáles-Mas & Nuez, 2010), contribui com mais de 50% dos carotenoides totais.

A concentração de carotenoides nos tecidos dos frutos varia com a cultivar, com as condições de cultivo e com o estágio de maturação do fruto (Matsufuji et al., 2007; Wahyuni et al., 2011). Frutos imaturos podem apresentar coloração verde, amarela, branca e arroxeada adquirindo as colorações vermelha, vermelho-escura, marrom e até quase preta, quando maduros. Matsufuji et al (2007) observaram que cultivares com frutos maduros nas cores vermelha, laranja e amarela continham concentrações mais altas de carotenoides, alfatocoferol, açúcares e ácidos orgânicos do que frutos

imaturos nas cores verde e branca. Entre frutos maduros, os vermelhos apresentaram concentrações de carotenoides mais altas (9,15 mg/100 g) de peso fresco, enquanto os de cor laranja apresentaram as concentrações mais altas de alfatocoferol (5,40 mg/100 g) de peso fresco. As maiores concentrações de açúcares e ácidos orgânicos foram observadas em frutos vermelhos e laranja.

O conteúdo de vitamina A das pimentas é considerado alto (Quadro 1). Cerca de meia colher de sopa de pimenta-dedo-de-moça desidratada em pó pode suprir a necessidade diária de vitamina A, que é de 600 microgramas. A vitamina A não se encontra nas formas diretamente utilizáveis, e sim na forma de provitaminas, transformadas em vitamina A no fígado dos humanos e dos animais. Estas provitaminas incluem o alfacaroteno e betacaroteno e criptoxantina. O betacaroteno tem maior importância por ser encontrado em maior proporção, além de em cada molécula desta substância serem obtidas duas moléculas de vitamina A, enquanto o alfacaroteno e a criptoxantina proporcionam apenas uma molécula de vitamina A por molécula de provitamina. Por concentrarem altas quantidades de carotenoides, as pimentas são muito utilizadas como corantes naturais, na forma de extratos concentrados (oleorresinas) e de pó (colorau ou páprica).

**Vitamina C** - A vitamina C (ácido ascórbico) é largamente empregada como agente antioxidante para estabilizar cor, sabor e aroma em alimentos. Além do emprego como conservadora é utilizada para enriquecimento de alimentos ou restauração, a níveis normais, do valor nutricional perdido durante o processamento. Esta vitamina está presente em altas concentrações em vários tipos de pimenta. O seu conteúdo em pimentas brasileiras varia de 52 mg/100 g de fruto fresco a 104 mg/100 g de fruto fresco (Quadro 2). A ingestão recomendada de vitamina C para suprir as necessidades diárias de um indivíduo adulto é de 60 mg, quantidade que pode ser obtida com consumo de 100 g de pimentas suaves ou doces. Apenas 100 g de pimenta da variedade biquinho contêm 99 mg de vitamina C.

A concentração de vitamina C da pimenta é influenciada pela variedade, pelo estágio de maturação do fruto, pelo processamento, entre outros fatores (Wahyuni et al., 2011). Frutos maduros (vermelhos) da cultivar Chiltepin (*Capsicum annum* var. *aviculare*) contêm maior concentração de vitamina C (8,22 mg/g) e dihidrocapsaicina (4,24 mg/g) do que frutos imaturos (verdes) que contêm vitamina C (4,24 mg/g) e dihidrocapsaicina (0,53 mg/g) (Montoya-Ballesteros et al., 2010).

**Vitamina E** - A vitamina E é lipossolúvel. Sua função mais importante é a sua capacidade de agir como antioxidante e neutralizar radicais livres instáveis, que podem causar danos ao organismo humano. Os frutos de pimenta são ricos em tocoferóis e fontes de vitamina E. Cem gramas de pimenta vermelha podem suprir 5% da necessidade diária de vitamina E de um indivíduo adulto que é de 8 a 10 mg. O pó dos frutos vermelhos e secos de pimentas contêm níveis de alfatocoferol comparáveis aos presentes no espinafre e quatro vezes mais do que no tomate. O conteúdo de alfatocoferol pode variar com a cultivar e com o estágio de maturação do

fruto (Wahyuni et al., 2011; Topuz et al., 2011).

## FIBRAS

A pimenta é fonte importante de fibra alimentar (4g/100 g a 16g/100 g). O teor de fibras em pimentas picantes é consideravelmente superior aos teores de algumas frutas e de alguns cereais (Scherz & Senser, 1994 apud Lutz & Freitas, 2008). A casca ou a pele das pimentas contém cerca de 80% das fibras totais do fruto.

## SAIS MINERAIS

O consumo de 100 g de pimenta levemente picante ou doce pode fornecer quantidades substanciais de sais minerais: potássio (7%), magnésio (6%), ferro (3%), cálcio e fósforo (2%), quando comparadas às doses diárias recomendadas para consumo.

## CAPSAICINÓIDES

São alcalóides (amidas da vanilamina (4-hidróxi-3-metóxi-benzilamina) e ácidos graxos saturados ou insaturados, que conferem ardume às pimentas. Essas substâncias são produzidas em glândulas localizadas na placenta dos frutos, onde as sementes se inserem (Pandhair & Sharma, 2008). Dentre os 14 capsaicinóides identificados, o componente mais importante (cerca de 70%), e mais picante é a capsaicina {N-[(4-hidróxi-3-metóxi-fenil)metil]-8-metilnon-6-enamida} seguida da di-hidrocapsaicina e da nordi-hidrocapsaicina, homo-capsaicina e homodi-hidrocapsaicina (Wesolowska; Jadczyk & Grzeszczuk, 2011). A concentração total de capsaicinóides em pimenta pode variar de 0,1% a 2,0% em relação ao peso seco do fruto, de acordo com a época do ano, com a maturação dos frutos e com as condições de cultivo (Wahyuni et al., 2011; Menichini et al., 2009; Ruiz-Lau et al., 2011). No entanto, os maiores determinantes da pungência são as espécies e as cultivares (Wahyuni et al., 2011).

A concentração de capsaicina nos frutos de pimenta é expressa por uma escala sensorial denominada Scoville Heat Units (SHU) ou unidades de calor Scoville, em homenagem ao seu idealizador Wilbur Scoville, cujos valores variam de zero para pimentas-doces, a exemplo da pimenta-cambuci ou chapéu-de-bispo, doce-americana e biquinho, até 1 milhão de SHU para pimentas extremamente picantes como a pimenta-trinidad scorpion butch pepper, com 1.463.700 SHU, a mais ardida do mundo.

Os capsaicinóides apresentam efeito diferenciado quanto à sensação de ardor. Dentre os três principais, a nordi-hidrocapsaicina é o capsaicinóide menos irritante, sendo sua ardência localizada na frente da boca e no palato. A sensação de ardor é percebida imediatamente após a ingestão da pimenta e rapidamente dissipada.

( <sup>1</sup> )Composição	Dedo- - d e - -moça	Biqui- -nho	D e - -Cheiro	Murupi	De-bo- -de	Cumari- -do-pará	Malague- -ta	J a l a - -peño
Proteína (g/100g)	2,0	1,7	1,8	1,3	1,4	1,8	4,5	1,5
Lipídios (g/100g)	1,6	1,4	1,4	1,0	1,4	1,6	5,9	0,8
Carboidratos (g/100g)	5,7	4,6	10,8	1,8	7,2	5,8	8,5	10,4
Cinzas (g/100g)	1,0	0,9	0,9	0,6	0,8	1,0	1,7	0,7
Fibra alimen- -tar (g/100g)	9,2	5,4	8,6	6,3	4,7	9,2	15,9	3,6
Umidade (g/100g)	80,5	85,9	76,4	89,0	54,5	80,5	63,5	83,0
Valor calóri- -co (Kcal)	45,2	38,5	63,1	21,7	46,6	45,2	105,2	55,2
Minerais (mg/100 g)								
Sódio	2,7	1,9	0,8	1,0	0,5	31,5	45,7	1,5
Magnésio	37,8	26,6	42,0	15,3	27,8	34,8	65,2	28,3
Fósforo	40,6	24,6	62,5	29,3	43,4	57,8	108,3	44,8
Potássio	397,4	351,70	496,7	222,1	379,4	340,7	638,3	398,2
Cálcio	25,8	16,4	24,6	13,1	12,0	32,0	59,9	21,1
Manganês	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2
Ferro	0,7	0,5	1,2	0,3	0,7	3,6	6,8	3,8
Cobre	TR	tr	0,1	tr	tr	0,2	0,4	0,1

Zinco	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,5	0,9	0,2
Vitamina C (mg/100g)	52,0	99,0	80,0	134,0	92,0	74,0	Nd	52,0
Pungência (SHU)	46000	0	94.000	223.000	53.000	210000	164.000	37.000
Acidez Total (v/p)	5,0	3,8	5,1	3,6	4,0	5,0	4,0	3,2
Sólidos solúveis (° Brix)	9,0	6,5	9,2	7,0	9,5	9,0	10,	6,5

QUADRO 2 – Composição nutricional e outras características de pimentas brasileiras

FONTE: Lutz e Freitas (2008).

NOTA: tr- traço ( $\leq 0,05$ ); nd – não determinado; SHU – Scoville Units (unidades de calor Scoville)

<sup>(1)</sup> Média de frutos frescos com um representante de cada tipo de germoplasma da Embrapa Hortaliças.

## PROPRIEDADES E USOS DAS PIMENTAS

### Flavorizantes

As pimentas têm sido muito empregadas pelas indústrias de alimentos como agentes corantes e flavorizantes em molhos, sopas, carnes processadas, lanches, doces e bebidas alcoólicas. Assim, podem-se considerar as características sensoriais, proporcionadas por seus frutos, como um fator importante para a qualidade sensorial dos alimentos, nos quais fazem parte das formulações (Dutra et al., 2010).

As propriedades aromáticas e pungentes, ou seja, propriedades flavorizantes dos condimentos estão contidas em seus óleos voláteis (essenciais) e em suas oleorresinas. Os óleos voláteis são responsáveis pelas características de aroma, e as oleorresinas fazem parte do extrato não volátil e conferem os sabores e aromas típicos das especiarias e condimentos aos alimentos. Bogusz Junior (2010), ao identificar compostos voláteis em pimentas, constatou um total de 83 compostos na pimenta-malagueta, em sua maioria ésteres e álcoois, 50 na pimenta-dedo-de-moça, em sua maioria monoterpenos e sesquiterpenos, e 79 na pimenta-murupi, em sua maioria ésteres e sesquiterpenos. O aumento da concentração de compostos fenólicos, responsáveis pela atividade antioxidante das pimentas, é observado com o aumento do amadurecimento dos frutos e com a época do ano.

Os teores de capsaicina e de oleorresina variam de acordo com as cultivares, locais de cultivo, grau de maturação, armazenamento pós-colheita, etc (Wahyuni et al., 2011; Alvarez-Parrilla et al., 2011). O teor de capsaicina é variável nas diversas partes das pimentas o que não ocorre com o teor de oleorresina.

## Corantes

A pimenta, principalmente a vermelha, é amplamente utilizada como corante de alimentos com fins culinário e industrial. Associado à sua capacidade corante e, em muitos casos, à sua pungência, a pimenta é utilizada para modificar a cor e sabor de sopas, embutidos, queijos, lanches, molhos entre outros.

A pigmentação das pimentas deve-se a uma mistura complexa de caroteno, xantofilas e de outras substâncias. A capsantina tem maior importância. Os teores desses pigmentos são influenciados principalmente pelas variedades, pelas condições climáticas, pelo grau de amadurecimento do fruto e envelhecimento pós-colheita (Matsufuji et al. 2007; Hervert-Hernández; Sáyago-Ayerdi & Goñi, 2010; Topuz et al., 2011).

O pigmento vermelho natural extraído de pimenta (*Capsicum annuum*) foi comparado com o pigmento sintético cantaxantina para fins de coloração da pele de frangos. Calafat et al.(2005) constataram que os pigmentos vermelhos e os amarelos naturais podem ser usados combinados, com o intuito de conferir tonalidade alaranjada desejada na pele de frangos de corte.

## Antioxidantes

Como forma de contribuir para a conservação de alimentos, há grande interesse por parte da indústria de alimentos em plantas com princípios ativos de ação antioxidante. Plantas condimentares, tais como as pimentas do gênero *Capsicum*, são fontes de antioxidantes naturais como a vitamina E, vitamina C e carotenoides. A pimenta *Capsicum* é considerada boa fonte de substâncias antioxidantes, como carotenóides (provitamina A) e vitamina C, as quais conferem proteção contra componentes carcinogênicos e retardam o processo de envelhecimento (Costa et al., 2009).

Extratos de pericarpo e de sementes de pimenta são considerados alimentos saudáveis, associados à atividade antioxidante. Dessa forma, a utilização de resíduos de sementes de pimenta em produtos à base de carne e de peixe constitui uma alternativa ao uso de antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos (Sim & Sil, 2008). Propriedades antioxidantes de Pimenta dedo- de- moça também são presentes em molho fermentado **Antimicrobianas e conservantes**

Nos últimos anos, um número crescente de peptídeos antimicrobianos ricos em cisteína tem sido isolado de plantas e, particularmente, de sementes. Esses peptídeos exercem um importante papel na proteção de plantas contra infecção microbiana. Peptídeos extraídos de sementes de pimenta (*C. annuum*) exibiram uma forte atividade fungicida sobre *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae* e

*Schizosaccharomyces pombe* (Diz et al., 2011). Costa et al. (2009) observaram que o extrato de pimenta-cumari apresentou efeito inibidor sobre *Listeria monocytogenes*, na concentração de 1,25 mg/ml. A concentração mínima letal foi de 1,5 mg/ml. A pimenta-cambuci apresentou atividade bactericida sobre *Salmonella typhimurium*, *Clostridium perfringens* e *L. monocytogenes*. Extratos de pimenta-malagueta apresentaram atividade bacteriostática sobre *S. typhimurium*, *L. monocytogenes* e *C. perfringens* com concentração mínima letal de 5 mg/ml. De acordo com Costa et al. (2009), as pimentas cumari, cambuci and malagueta podem ser usadas como conservantes naturais em alimentos.

## Farmacológicas e medicinais

Além da grande utilização como tempero e seus efeitos analgésicos reconhecidos, as pimentas exibem uma extensa gama de propriedades fisiológicas e farmacológicas, como propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e hipocolesterolêmicas provavelmente associadas à presença de capsaicinóides, de vitaminas e de polifenóis (Kappel, 2008, López et al., 2011; Oliveira, 2011; Arora et al., 2011).

Em uma dieta hipercolesterolêmica, em cobaias, foi avaliado o efeito da oleorresina de *Capsicum*. Observou-se a redução do colesterol e de triglicerídeos séricos de 70% e 66%, respectivamente. Já no fígado, a redução de colesterol e de triglicerídeos foi de 70,9% e 68,7%, respectivamente. Houve, ainda, prevenção de acúmulo de colesterol e de triglicerídeos no fígado e na aorta e aumento da excreção fecal de gorduras (Kuda et al., 2004). O consumo regular de *Capsicum* spp pode promover a redução do risco de doenças cardiovasculares (Chularojmontri; Suwatronnakorn & Wattanapitayakul., 2010).

A capsaicina apresenta um efeito gastroprotetor contra lesão da mucosa gástrica. Um dos prováveis mecanismos de proteção gástrica das pimentas e da capsaicina pode ocorrer associado ao aumento na produção de muco gástrico. A ação digestiva dá-se por meio da capsaicina, que estimula as enzimas responsáveis pela digestão ou de secreção de bile (Manara et al., 2009).

A capsaicina tem sido empregada no alívio de dores neuropáticas associadas com a neuropatia diabética, osteoartrite, fibromialgia, neuralgia pós-herpética, dores associadas à AIDS, pós-mastectomia, entre outras (Johnson & Whitton, 2004; Vidal et al., 2004; Baron et al., 2009), psoríase, e prurido, incluindo o prurido após hemodiálise e o prurido anal. A terapia tópica com capsaicina é eficaz e segura no tratamento de prurido, na foliculite eosinifílica associada ao HIV (Galarza et al., 2007). Por sua ação revulsivante, rubefaciente, também tem sido empregada como tônico capilar em formulações tópicas para tratamento de alopecia. É utilizada como analgésico tópico, em geral, nas concentrações de 0,025% a 0,075%, veiculada normalmente na forma de cremes, géis e pomadas. Para o tratamento da alopecia, a capsaicina é usada

normalmente nas concentrações de 0,001% a 0,003% em formulações de loções capilares e xampus. Cremes com capsaicina a 0,006% têm demonstrado eficazes para aplicação perianal no tratamento do prurido anal idiopático intratável (Ferreira, 2008). A ação da capsaicina foi avaliada em pacientes com rinite. Bernstein et al. (2011) demonstraram que capsaicina intranasal, quando usada continuamente por duas semanas, melhora rapidamente os sintomas de rinites não alérgicas.

A capsaicina apresenta potencial para a prevenção e tratamento de mielomas múltiplos e outros tipos de câncer, associado à capacidade desta substância de bloquear vias de ativação relacionadas com a formação de tumores (Bhutani et al., 2007; Dou et al., 2011).

O uso substâncias naturais para o tratamento da obesidade é uma área de pesquisa em fase de expansão, com base em efeitos termogênicos. A ação do efeito da capsaicina na redução da adiposidade em modelos animais foi constatada e foi parcialmente explicada pelo aumento do metabolismo energético e lipídico (Kang et al., 2011). Em seres humanos, observou-se que a exposição oral e gastrointestinal à capsaicina permite aumentar a saciedade, o gasto energético pós-prandial e a oxidação lipídica (Westerterp-Platenga et al., 2006).

### **Formas Farmacêuticas Com Capsaicina Encontradas no Mercado**

Existem no mercado produtos antiinflamatórios na forma de pomadas de capsaicina e nonivamida que é também do grupo dos capsaicinóides (Ruiz & Rica, 2011). Outros produtos elaborados à base de capsaicina incluem pomadas, xampus, cremes hidratantes, etc. Existem também cápsulas Capsiate que auxiliam nas dietas de emagrecimento, por acelerar o metabolismo (Haramizu et al., 2011). O uso de cápsulas com capsaicina permite acelerar o metabolismo e, em consequência, ocorre o aumento do metabolismo das gorduras armazenadas na região abdominal a qual é considerada de difícil eliminação. O seu uso é indicado também para a redução do colesterol e como antioxidante.

São muitas as preparações tópicas de capsaicina utilizadas para aliviar a dor. A capsaicina está disponível como creme, pomada, líquido, gel ou loção. É comercializada sob muitos nomes de marcas, incluindo Zostrix, Terapia Artrite Icy Hot, Capsagel e Arthricare (Eustice, 2009). Uma formulação tópica de capsaicina 8% (*Qutenza* – Neuroges X) foi aprovada para tratamento de neuralgia pós-herpética com uso apenas sob prescrição médica (Capsaicin, 2011).

## **APLICAÇÕES**

### **Odontológicas**

A capsaicina tem aplicação também na área de odontologia para o tratamento de dores faciais atípicas ou dores de dente sem causa conhecida. Considerando a

permeabilidade dentária, a capsaicina, na forma de creme, na concentração de 0,025% pode ser aplicada na área afetada seguindo-se as recomendações técnicas para o produto. Segundo Grégio et al. (2008), a capsaicina ativa os receptores vaniloides presentes nas terminações nervosas da boca, atua sobre as fibras C responsáveis pela ativação das terminações nervosas aferentes livres que captam o estímulo nocivo, causador da dor. A aplicação da capsaicina auxilia no tratamento das algias com comprometimento neural, principalmente em odontologia como dor crônica facial, neuralgia do trigêmeo e dor pós-herpética. Netto et al. (2010) relataram a aplicação tópica da capsaicina em pacientes com neuropatias faciais e melhoria dos sintomas, mas ressaltaram que o uso do creme pode ter limitações de uso na cavidade oral, considerando as dificuldades inerentes à aplicação, manutenção da medicação no local e a presença de sabor amargo.

Fréo (2008) concluiu em estudo clínico sobre a atividade da capsaicina em portadores da Síndrome da Ardência Bucal (SAB), que a substância apresentou efetividade de controle, com indicação de possível correlação entre a intensidade inicial de sintomas e a manutenção do uso do medicamento.

### **Arma de defesa**

Substâncias do grupo dos capsaicinóides das pimentas participam também da composição de produtos denominados sprays de pimenta e/ou gás de pimenta, usados para fins de defesa pessoal. O spray de pimenta é um extrato natural de pimenta, acondicionado em sprays ou bombas de efeito moral. O princípio ativo é a oleoresina de *Capsicum*, uma mistura de capsaicina com óleo sintético utilizado para dificultar a remoção do produto. O spray de pimenta provoca irritação e ardor nas mucosas dos olhos, nariz e da boca. Tem sido utilizado por policiais para o controle de distúrbios civis, como greves, movimentos ideológicos, estudantis e sem-terra, motins e revolta, além de defesa pessoal. Em alguns países é permitido para uso particular, para fins de autodefesa incluindo defesa contra animais, como cães e ursos (Reilly; Crouch; Yost, 2001).

### **Promotores de Crescimento**

Os óleos essenciais têm sido utilizados como alternativa ao uso de promotores de crescimento antibióticos na avicultura, considerando a sua ação antimicrobiana e suas propriedades antioxidantes e imunomoduladoras. Traesel et al. (2011) constataram a viabilidade do uso de extrato de pimenta-malagueta como promotor de crescimento em frangos de corte em substituição aos promotores de crescimento antibióticos.

## Controle de Pragas

Neves et al.(2009) constataram que extrato de pimenta-malagueta apresentou atividade nematicida com 100% de mortalidade dos juvenis de *Meloidogyne javanica*. Extratos de pimenta-biquinho e de pimenta-bode apresentam atividade nemostática sobre *Meloidogyne incógnita* (Leal, 2012). O emprego de extrato de pimenta- dedo-de-moça na concentração de 8% permite reduzir em, aproximadamente, 35% a oviposição do ácaro-vermelho *Tetranychus ludeni*, resultado que demonstra o potencial do seu uso para o controle desse ácaro (Lucini, et al., 2010). O pó de sementes de pimenta *C. frutescens* e *C. annuum* apresentou efeito tóxico para *Callosobruchus maculatus* e *Sitophilus zeamais*, pragas de milho armazenado (Oni, 2011).

## Conservação de Alimentos

Substâncias antimicrobianas naturais constituintes de pimenta *Capsicum*, associadas a processos tecnológicos de conservação de alimentos, têm sido utilizadas de forma promissora em programas de segurança alimentar. Essas substâncias permitem, além de aromatizar, prolongar a vida útil de estocagem de alimentos associadas à sua atividade bacteriostática ou bactericida. A atividade antibacteriana presente em extratos de pimentas foi relacionada com a concentração de capsaicina (Cruz et al., 2003). A pimenta-de-jardim (*C. annuum*), pimenta-dedo-de-moça (*C. baccatum*) e pimenta-malagueta (*C. frutescens*) apresentaram atividades de inibição e de inativação seletivas sobre *Salmonella*, coliformes fecais, enterococos e estafilococos (Carvalho; Wiest; Cruz, 2010).

## Conservação de Madeiras

A viabilidade do uso de conservantes naturais tem sido explorada para a conservação de madeiras. A utilização de oleoresina de capsaicina, extraída de pimentas Malagueta e Dedo-de-moça, permite retardar o crescimento do fungo *Paecilomyces variotti* em madeiras do gênero *Pinus* sp. e *Hymenae* sp (Ziglio, 2010). Maior eficiência para a conservação das madeiras foi observada para oleoresina de *Capsicum* extraído da pimenta-malagueta.

## Construção de Células Solares de Corante Fotoexcitável

O processo de conversão de energia solar em energia elétrica com células fotovoltaicas, realizada exclusivamente com dispositivos de junção semicondutora,

vem sendo melhorado com o uso da tecnologia de produção de células solares denominadas Células Solares de Corante Fotoexcitáveis (CSCF) ou *Dye Solar Cell*. O potencial de emprego dos flavonóides (corantes) extraídos da pimenta-malagueta tem sido explorado nesta área por sua característica fotoexcitável e foram usados por Sobral (2007), para montagem de uma CSCF com a obtenção de bons resultados. Essa tecnologia de fabricação é mais simples, apresenta custos bem mais reduzidos e boa eficiência energética, comparada às células fotovoltaicas convencionais.

## CONCLUSÕES

A diversidade de propriedades benéficas presentes nas pimentas e sua grande aplicação na culinária, indústria de alimentos, farmacologia, odontologia e medicina, entre outras, indicam a grande importância sócioeconômica do cultivo dessa hortaliça para o agronegócio brasileiro. O estímulo ao consumo de pimentas pode contribuir para a melhoria da qualidade da alimentação ao considerar que esta hortaliça constitui uma fonte importante de vitaminas, fibras, sais minerais e substâncias antioxidantes. Resultados promissores de grande número de pesquisas científicas demonstram os benefícios e aplicações das pimentas, o que tem estimulado, ao longo dos anos, o desenvolvimento de trabalhos, em especial nas áreas de medicina e farmácia.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ-PARRILLA, E. et al. Antioxidant activity of fresh and processed Jalapeño and Serrano peppers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, n.1, p.163–173, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21126003>>. Acesso em: 9 jan. 2013.

ARORA, R. et al. An overview about versatile molecule capsaicin. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research**, v. 3, n.4, p.280-286, 2011. Disponível em:< <http://ijpsdr.com/pdf/vol3-issue4/2.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2013.

BARON, R. et al. Efficacy and safety of combination therapy with 5% lidocaine medicated plaster and pregabalin in post-herpetic neuralgia and diabetic polyneuropathy. **Current Medical Research and Opinion**, v.25, n.7, p.1677-1687, July 2009. Disponível em: <<http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1185/03007990903048078>>. Acesso em: 20 mar.2013.

BERNSTEIN, J. A. et al. A randomized, double-blind, parallel trial comparing capsaicin nasal spray with placebo in subjects with a significant component of nonallergic rhinitis. **Annals of Allergy Asthma & Immunology**, v.107, n.2, p.171-178, 2011. <Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21802026>>. Acesso em: 20 mar.2013.

BHUTANI et al. Capsaicin is a novel bloker of constitutive and interleukin-6- Inducible STAT3 Activation. **Clinical Cancer Research**, v.13, n.10, p.3024-3032, 2007. Disponível em: <<http://clincancerres.aacrjournals.org/content/13/10/3024.short>>. Acesso em:18 fev.2013.

BIOVEA. **Cayenne (hot) liquid extract**. [S.1., 2012]. Disponível em: <[http://www.biovea.com/uk/product\\_detail.aspx? NAME=CAYENNE-Hot-LIQUID-EXTRACT-180,000 H.U.-10z-30ml&PID=2714](http://www.biovea.com/uk/product_detail.aspx?NAME=CAYENNE-Hot-LIQUID-EXTRACT-180,000%20H.U.-10z-30ml&PID=2714)>. Acesso em: 30 jan.2013.

BOGUSZ JUNIOR, S. **Caracterização química da fração volátil e estudo do potencial antioxidante em pimentas do gênero *Capsicum***. 141p. 2010. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <[http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver\\_documento.php?did=1178](http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=1178)>. Acesso em: 13 set. 2013.

CALAFAT, F.A.; VILA, B. FONTGIBELL, A. Efficiency of natural red pigments of *Capsicum annuum* in broiler pigmentation. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF POULTRY MEAT, 17.; EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF EGGS AND EGG PRODUCTS, 11., 2005, Doorwerth, Netherlands. **Proceedings**...Doorweth: CAB, 2005. p.118-123. Disponível em: <<http://www.cabdirect.org/abstracts/20073161821.html>>. Acesso em: 13 set.2011.

CAO, Y. et al. Characterization of a reproducible gastric pain model using oral capsaicin titration in healthy volunteers. **Neurogastroenterology and Motility**, v.23, n.7, p.E261-E270, July,2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21679343>>. Acesso em: 13 ago.2011.

CAPSAICIN patch (Qutenza) for postherpetic neuralgia. **The Medical Letter on Drugs and Therapeutics**, v.53, n.1365, p.42-43, May 2011. Disponível em: [http://secure.medicalletter.org/cannotaccess?ac=1&a=1365c&t=article&n=11270&p=tm1&title=Capsaicin%20Patch%20Neuralgia&i=1365 \(Qutenza\)%20for%20Postherpetic%20Neuralgia&i=1365](http://secure.medicalletter.org/cannotaccess?ac=1&a=1365c&t=article&n=11270&p=tm1&title=Capsaicin%20Patch%20Neuralgia&i=1365%20for%20Postherpetic%20Neuralgia&i=1365). Acesso em: 8 mar.2013.

CARVALHO, H.H.; WIEST, J.M.; CRUZ, F.T. Atividade antibacteriana in vitro de pimentas e pimentões (*Capsicum* sp.) sobre quatro bactérias toxinfecivas alimentares. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.1, p.8-12, jan./mar.2010. Disponível em:<<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

CHULAROJMONTRI, L.; SUWATRONKORN, M.; WATTANAPITAYAKUL, S.K. Influence of *Capsicum* extract and capsaicin on endothelial health. **Journal of the Medical Association of Thailand**, v.93, p.S92-S101, Feb. 2010. Supplement 2. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21302401>>. Acesso em: : 23 jul. 2013.

COSTA, L. M. da et al. Antimicrobial activity of the genus *Capsicum*. **Higiene Alimentar**, v.23, n.174/175, p.140-145, 2009. Disponível em: <<http://www.cabdirect.org/abstracts/20093296070.html>>. Acesso em: : 23 jul. 2013.

CRUZ, F.T. et al. Avaliação da atividade antibacteriana de diferentes pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* e sua relação com o teor de capsaicinóides. In: SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2003, Porto Alegre. [Anais...] Porto Alegre:UFRGS, 2003. p.205-206.

DIZ, M.S. et al. Characterisation, immunolocalisation and antifungal activity of a lipid transfer protein from chili pepper (*Capsicum annuum*) seeds with novel alpha-amylase inhibitory properties. **Physiologia Plantarum**, v.142, n.3, p.233-246, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21382036>>. Acesso em: 23 abr.2013.

DOU, D. et al. Tumor Cell Growth Inhibition Is Correlated With Levels of Capsaicin Present in Hot Peppers. **Nutrition and Cancer**, v.63, n.2, p.272-281, 2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21240831>>. Acesso em: 23 abr.2013.

DRUGSDEPOT. **Zostrix Hp cream**. [S.1., 2012]. Disponível em: <http://www.drugsdepot.com/catalog.php/drugspot/pd2085696#IMAGES>>. Acesso em: 23 abr.2013.

DUTRA, F.L.A. et al. Avaliação sensorial e influência do tratamento térmico no teor de ácido ascórbico de sorvete de pimenta. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa**, v.4, n.2, p.243-251, 2010.

THE ESSENTIAL guide to surviving na average life. Rochester: Brighton Central Schools, 2010. Disponível em: <<http://www.bcsd.org/webpages/jpriola/website/tech-9/sched/video-web-projects/fall-09/8-9b/10things/list.htm>>. Acesso em: 9 jan.2013.

EUSTICE, C. **Capsaicin – 10 things you should know**: topical cream relieves arthritis pain. [S.1]: About, 2009. Disponível em: <http://drugsaz.about.com/od/drugs/capsaicin.htm>. Acesso em: 8 mar.2013.

FERREIRA, A. O. **Manipulando formulações tópicas com capsaicina**. [S.1.:s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.ortofarma.com.br/INTRANET/Web%20Forms/arquivos/Artigos%20t%C3%A9cnicos/2008/Capsaicina%20manipula%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 23 abr.2013.

FRÉO, B.. **Estudo clínico da atividade da capsaicina em portadores da Síndrome de Ardência Bucal**. 2008. Dissertação (Mestrado em Diagnóstico Bucal) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/23/23139/tde-09042009-120646/pt-br.php>>. Acesso em: 11 jan. 2013.

GALARZA, C.et al. Eficacia y seguridad de la terapia tópica concapsaicina 0,075% versus mentol 1%, eneltratamiento del prurito de lafolliculitis eosinofílica asociada al virus de La inmunodeficiencia adquirida. **Anales de la Facultad de Medicina**, v.68, n.3, p.244-248, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v68n3/a05v68n3.pdf>>. Acesso em: 12 m ar.2013.

GRÉGIO, A.M.T. et al. Capsaicina e sua aplicação em odontologia. **Arquivos em Odontologia**, v.44, n.1, p.45-48, jan./mar.2008.

HARAMIZU, S. et al. Capsiate, a non-pungent capsaicin analog, reduces body fat without weight rebound like swimming exercise in mice. **Biomedical Research-Tokyo**, v.32, n.4, p.279-284, Aug.2011. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21878735>>. Acesso em: 5 abr.2013.

HERVERT-HERNÁNDEZ, D. et al. Bioactive Compounds of Four Hot Pepper Varieties (*Capsicum annum* L.), Antioxidant Capacity, and Intestinal Bioaccessibility. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.58, n.6, p 3399–3406, Mar. 2010. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jf904220w>>. Acesso em: 5 abr.2013.

JOHNSON, R.W.; WHITTON, T.L. Management of herpes zoster (shingles) and postherpetic neuralgia. **Expert Opinion on Pharmacotherapy**, v.5, n.3, p.551-559, Mar. 2004. Disponível em: <<http://ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15013924>>. Acesso em: 4 fev.2013.

KANG, J.-H. et al. Dietary Capsaicin Attenuates Metabolic Dysregulation in Genetically Obese Diabetic Mice. **Journal of Medicinal Food**, v.14, n.3, p.310-315, Mar. 2011. Disponível em:< <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21332406>>. Acesso em: 2 abr.2013.

KAPPEL, V.D. et al. Phenolic content and antioxidant and antimicrobial properties of fruits of *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum* at different maturity stages. **Journal of Medicinal Food**, v.11, n.2, p.267-274, Jun. 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18598168>>. Acesso em: abr.2013.

KUDA, T.; IWAI, A.; YANO, T. Effect of red pepper *Capsicum annum* var. *canoides* and garlic *Allium sativum* on plasma lipid levels and cecal microflora in mice fed beef tallow. sciences. **Food and Chemical Toxicology**, v.42, n.10, p.1695-1700, 2004.

LEAL, A. P. F. **Avaliação das Propriedades Farmacológicas dos Extratos Brutos de duas Variedades da *Capsicum chinense* Jacq.** 2012. 52p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Biotecnologia Aplicada à Saúde, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2012. Disponível em: <<http://site.ucdb.br/public/md-dissertacoes/8217-avaliacao-das-propriedades-farmacologicas-dos-extratos-brutos-de-duas-variedades-da-capsicum-chinense-jacq.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2013.

- LÓPEZ, P. et al. Chemical study and anti-inflammatory activity of *Capsicum chacoense* and *C. baccatum*. **Revista brasileira de farmacognosia**, Curitiba, v.22, n.2, p.455-458, Mar./Apr. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v22n2/aop18811.pdf>>. Acesso em: 28 fev.2013.
- LUCINI, T.et al. Efeito de extrato aquoso de *Capsicum baccatum* na mortalidade e oviposição de *Tetranychus ludeni* (Acari:Tetranychidae). **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.4, p.353-358, jul./ago.2010.
- LUTZ, D.L.; FREITAS, S.C. Valor Nutricional. In: RIBEIRO, C.S.da C. et al. (Ed.). **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008, cap.4, p.31-38.
- MANARA, A.S. et al. Uso terapêutico da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) na periferia de Bagé, R.S. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11.; MOSTRA CIENTÍFICA, 1., 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas:UFPEL, 2009. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CS/CS-01218.pdf>. Acesso em: 13 mai.2013.
- MATSUFUJI, H. et al. Anti-oxidant content of different coloured sweet peppers, white, green, yellow, orange and red (*Capsicum annuum* L.). **International Journal of Food Science and Technology**, v.42, n.12, p.1482-1488, Dec.2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2006.01368.x/pdf>>. Acesso em: 28 fev.2013.
- MENICHINI, F. et al. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv habanero. **Food Chemistry**, v.114, n.2, p.553-560, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608011771>>. Acesso em: 7 mar.2013.
- MONTOYA-BALLESTEROS, L. C. et al. Capsaicinoides and color in Chiltelpin (*Capsicum annuum* var. aviculare). Efecto del proceso sobre salsas y encurtidos. **Revista Mexicana de Ingenieria Quimica**, v.9, n.2, p.197-207, 2010. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/620/62016248008.pdf>>. Acesso em: 13 mar.2013.
- MORAES et al. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Fermented “Dedo-de moça” Pepper Sauce. Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante de Molho de Pimenta “Dedo-de-Moça” Fermentado. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, v.1, n.2, p. 33-38, 2012 Disponível em: <[www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/download/14551](http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/download/14551)>. Acesso em: 9 set. 2013.
- NELSON E. K.; DAWSON, L. E. The constitution of capsaicin, the pungent principle of *Capsicum*. III, **Journal of the American Chemical Society**, v.45, n.9, p.2179–2181,1923. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ja01662a023>>. Acesso em: 9 ago. 2013.
- NETTO, et al. Síndrome da ardência bucal: uma revisão sobre aspectos clínicos, etiopatogenia e manejo. **Revista Cubana de Estomatologia**, v.47, n.4, p.417-427, Oct./dez. 2010. Disponível em: <<http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S003475072010000400004&script=sci-arttext>>. Acesso em: 29 mai.2013.
- NEVES, W.dos S. et al. Ação nematicida de extratos de alho, mostarda, pimento malagueta, de óleo de mostarda e de dois produtos à base de capsaicinoides e alil isotiocianato sobre juvenis de *Meloidogyne javanica* (treub) Chitwood, 1949, em casa de vegetação. **Summa Phytopathologica**, v.35, n.4, p.255-261, out./dez.2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v35n4/ao1v35n4.pdf>>. Acesso em: 13 mar.2013.
- NÚÑES-RAMÍEZ, F. et al. Nitrogen fertilization effect on antioxidants compounds in fruits of habanero chili pepper (*Capsicum chinense*). **International Journal of Agriculture and Biology**, v.13, n.5, p.827-830, 2011.Disponível em:<http://www.fspublishers.org/ijab/past-issues/IJABVOL-13-NO-5/37.pdf>>. Acesso em: 20 mar.2013.
- OLIVEIRA, A.M.C. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e atividade antifúngica de pimentas do gênero Capsicum spp**. 2011. 81f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, Teresina. Disponível em: <<http://www.ufpi>>.

br/subsiteFiles/ppgan/arquivos/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Final%20MSc\_%20Adolfo%20Marcito%20Campos%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2013.

ONI, M. O. Evaluation of seed and fruit powders of *Capsicum annuum* and *Capsicum frutescens* for control of *Callosobruchus maculatus* (F.) in stored cowpea and *Sitophilus zeamais* (Motsch) in stored maize. 2011. **International Journal of Biology**, v.3, n.2, p.185-188, Apr. 2011. Disponível em: <<http://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijb/article/view/10169/7267>>. Acesso em: 19 jun. 2013.

PANDHAIR, V.; SHARMA, S. Accumulation of capsaicin in seed, pericarp and placenta of *Capsicum annuum* L fruit. **Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology**, v.17, n.1, p.23-27, 2008. Disponível em: <<http://www.cabdirect.org/abstracts/20083046188.html>>. Acesso em: 19 set. 2013.

REILLY, C.A.; CROUCH, D.J.; YOST, G.S. Quantitative analysis of capsaicinoids in fresh peppers, oleoresin capsaicum and pepper spray products. **Journal of Forensic Sciences**, v. 46, n.3, p.502-509, May 2001. Disponível em: <<http://www.sabrered.com/PDFs/University-of-UTAH-Study.pdf>>. Acesso em: 13 set.. 2013.

RODRÍGUEZ-BURRUEZO, A.; GONZÁLEZ-MAS, Del C.; NUEZ, F. Carotenoid composition and vitamin A value in ají (*Capsicum baccatum* L.) and Rocoto (*C. pubescens* R. & P.), 2 Pepper Species from the Andean Region. **Journal of Food Science**, v.75, n.8, S446-S453, Oct. 2010. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21535519>>. Acesso em: 6 set.2013.

RODRÍGUEZ-MATURINO, A. et al. Antioxidant activity and bioactive compounds of Chiltepin (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) and Habanero (*Capsicum chinense*): A comparative study. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.6, n.9, p.1758-1763, Mar. 2012. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/jmpr/PDF/pdf2012/9%20Mar/Rodr%C3%ADguez-Maturino%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 26 ago.2013.

RUIZ, M.C.; RICA, I.F. de la. Dopaje en caballos: ¿pimientos picantes en lugar de zanahorias? **Reduca (Recursos Educativos)**. Serie Congresos Alumnos, v.3, n.3, p.63, 2011. Disponível em: <<http://www.revistareduca.es/index.php/reduca/article/viewFile/458/480>>. Acesso em: 26 ago.2013.

RUIZ-LAU, N. et al. Water Deficit Affects the Accumulation of Capsaicinoids in Fruits of *Capsicum chinense* Jacq. **Hortscience**, v.46, n.3, p.487-492, Mar. 2011. Disponível em: <<http://hortsci.ashspublications.org/content/46/3/487.abstract>>. Acesso em: 26 ago.2013.

SIM, K. H.; SIL, H. Y. Antioxidant activities of red pepper (*Capsicum annuum*) pericarp and seed extracts. **International Journal of Food Science and Technology**, v.43, n.10, p.1813-1823, Oct. 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2008.01715.x/abstract>>. Acesso em: 26 ago.2013.

SOBRAL, E. G. **Construção de células solares de corantes fotoexcitáveis utilizando flavonóides da *Capsicum frutescens*, pimenta malagueta**. 2007, 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp077613.pdf>>. Acesso em: 26 ago.2013.

TOPUZ, A. et al. Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno). **Food Chemistry**, v.129, n.3, p.860-865, Dec.2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611007242>>. Acesso em: 26 ago.2013.

TRAESEL, C.K. et al. Óleos essenciais como substituintes de antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.2, p.278-284, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n2/a867cr3715.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2013.

VIDAL, M.A. et al. Capsaicina tópica en el tratamiento de Idolor neuropático. **Revista de la Sociedad Española del Dolor**, Narón, La Coruña v.11, n.5, p.306-318, jul. 2004. Disponível em: <<http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S113480462004000500007&script=sci-arttext>>. Acesso em 30 jun.2013.

WAHYUNI, Y. et al. Metabolite diversity in pepper (*Capsicum*) fruits of thirty-two diverse accessions: variation in health-related compounds and implications for breeding. **Phytochemistry**, v.72, n.11/12, p.1358-1370, Aug. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031942211001683>>. Acesso em: 30 jun.2013.

WESOLOWSKA, A.; JADCZAK, D.; GRZESZCZUK, M. Chemical composition of the pepper fruit extracts of hot cultivars *Capsicum annuum* L. **Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus**, v.10, n.1, p.171-184. 2011. Disponível em: <[http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum\\_cultus/2011/acta\\_hort\\_10\(1\)\\_art\\_18.pdf](http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum_cultus/2011/acta_hort_10(1)_art_18.pdf)>. Acesso em: 30 jun.2013.

WESTERTERPE-PLATENGA, M. et al. Metabolic effects of spices, teas and caffeine. **Physiology & Behaviour**, v.89, n.1, p.85-91, Aug. 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031938406000540>>. Acesso em: 26 set. 2013.

ZIGLIO, A.C. **Uso da capsaicina como preservante de madeiras ao ataque de fungo apodrecedor**. 2010. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-16082010-143912/pt-br.php>>. Acesso em: 26 set. 2013.

## UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL SOB O VIÉS DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA VISÃO SOBRE O CONSUMO

**Mylena Guedes Passeri**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso  
Suckow da Fonseca Rio de Janeiro, RJ

**Marcelo Borges Rocha**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso  
Suckow da Fonseca Rio de Janeiro, RJ

**RESUMO:** Ciência e Tecnologia se integram de forma a serem reconhecidas como tecnociência na sociedade, se relacionando com o modo de vida dos indivíduos de forma multidirecional. Vivencia-se uma sociedade da informação e do consumo. Neste trabalho, busca-se, através de pesquisa bibliográfica, refletir e estimular a discussão sobre a importância da abordagem de aspectos da educação ambiental, a partir do viés da área de ciência, tecnologia e sociedade, no ensino de ciências para tratar do consumo na sociedade. Referenciais e reflexões sobre tais temas serão apresentados de forma dialógica. Com isto, espera-se incitar o aprofundamento das reflexões sobre o assunto e estimular a busca pelo tratamento da educação ambiental e do consumo de forma mais crítica no ensino, incentivando um processo de alfabetização científica mais qualificado para a tomada de decisões e para a busca por soluções tecnocientíficas a partir de uma perspectiva socioambiental de sustentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** educação ambiental;

ciência, tecnologia e sociedade; consumo.

### AN ENVIRONMENTAL EDUCATION UNDER THE VIES OF SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY IN SCIENCE TEACHING: A VISION ON CONSUMPTION

**ABSTRACT:** Science and Technology integrate to be recognized as technoscience in society, relating to the way of life of individuals in a multidirectional way. An information and consumption society is being lived. In this work, we seek, through bibliographical research, to reflect and stimulate the discussion about the importance of approaching aspects of environmental education, from the bias of the area of science, technology and society, in the teaching of sciences to deal with consumption in the society. References and reflections on such topics will be presented in a dialogical way. With this, it is hoped to stimulate the deepening of the reflections on the subject and to stimulate the search for the treatment of the environmental education and of the consumption of more critical form in the education, encouraging a process of scientific literacy more qualified for the decision making and for the search by technoscientific solutions from a socio-environmental perspective of sustainability.

**KEYWORDS:** environmental education; science, technology and society; consumption.

## 1 | INTRODUÇÃO

Uma dissertação traz férteis inquietações aos pesquisadores envolvidos em sua realização. Este ensaio pretende apresentar reflexões surgidas no âmbito de uma defesa de mestrado sobre a abordagem do consumo na educação básica. Defende-se a importância do desenvolvimento de uma educação ambiental (EA) que trate do tema de forma mais aprofundada e esclarecedora, partindo de referenciais da área de ciência, tecnologia e sociedade (CTS) para abordar a problemática.

Computadores, moda, celulares, *internet*, sapatos, *tablets*, roupas... Elementos presentes no cotidiano da sociedade e modificados constantemente de maneira cada vez mais acelerada. Pereira, Silva e Giron (2014) afirmam que “uma nova era” parece se consolidar na sociedade, sendo imersa em conceitos e terminologias como “conectividade, interligação, global e virtual”.

As inovações tecnocientíficas estão relacionadas com avanços e aplicações de conhecimentos tecnológicos e científicos e são influenciadas por relações econômicas, políticas, culturais e sociais estabelecidas em dada sociedade. Os produtos de tais inovações têm seu consumo constantemente estimulados, em especial, a partir de influências da moda e da propaganda. Isto parece estar relacionado com a velocidade em que novas informações e produtos são gerados e consumidos na sociedade.

A visão distorcida da ciência como atividade neutra, infalível e sempre detentora de melhorias e respostas absolutas aos problemas da sociedade (ACEVEDO DÍAZ *et al.*, 2005; MCCOMAS, 2008; VÁZQUEZ ALONSO, MANASSERO MAS, MONTESANO DE TALAVERA, 2010; VILAS BOAS *et al.*, 2013) pode extrapolar para os produtos dessa atividade científica e da tecnologia a ela associada.

Dessa forma, a tecnociência pode ser vista de forma inadequada como uma construção seguramente válida e sempre benéfica, corroborando com uma ideia de progresso científico linear e ao encontro de uma verdade absoluta a ser encontrada. Assim, pode-se estabelecer conexões entre a mistificação inadequada das atividades tecnocientíficas e as práticas cotidianas de consumo.

A idéia (sic) de inovação tecnológica como motor da economia é potencialmente problemática sob o ponto de vista social e ambiental, [...] é injustificável imaginar que mais desenvolvimento tecnológico resulta linearmente em mais benefício social, o seu homólogo, a inovação, vista sob a mesma lógica circular também o é. (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003)

A cultura científica e a participação cidadã mais qualificada para a tomada de decisões na sociedade são temas de elevado interesse dentro deste contexto em diversos setores, incluindo a área do ensino (LÓPEZ CERREZO; GÓMEZ GONZÁLEZ, 2008).

los artefatos y sistemas tecnológicos, fruto del avance y aplicación del conocimiento científico-técnico, modelan las formas de vida, marcan las pautas de la interacción social y transforman el entorno em um mundo artificial ajustado a las necesidades y expectativas del ser humano. (LÓPEZ CERREZO; GÓMEZ GONZÁLEZ, 2008, p.9)

Neste contexto, considera-se essencial entender de forma mais ampla a questão do consumo para a busca de práticas mais sustentáveis na sociedade. A educação básica representa um processo favorável para tal entendimento. Neste sentido, um processo de alfabetização científica que promova o desenvolvimento de uma cidadania mais qualificada para as escolhas cotidianas, incluindo as decisões tecnocientíficas, é essencial (ACEVEDO DÍAZ; MANASSERO MAS; VÁZQUEZ ALONSO, 2002; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). A participação cidadã requer um “mínimo de formação científica que torne possível a compreensão dos problemas e das opções - que se podem e devem expressar numa linguagem acessível” (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007, p.144-145).

As Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica evidenciam a importância do tratamento dessas questões na Educação Básica ao destacarem que “o conhecimento científico e as novas tecnologias constituem-se, cada vez mais, condição para que a pessoa saiba se posicionar frente a processos e inovações que a afetam” (BRASIL, 2013, p. 26). Nesse sentido, o ensino de ciências se mostra como um campo propício para tal abordagem devido às aproximações de conteúdos e habilidades a serem desenvolvidos nessa área.

Assim, busca-se neste ensaio, através de pesquisa bibliográfica na área, refletir e estimular a discussão sobre a importância da abordagem de aspectos da educação ambiental, a partir de um viés CTS, no ensino de ciências para tratar do consumo na sociedade. Acredita-se que tal enfoque é importante para ampliar a visão dos estudantes sobre o assunto, o que pode representar possibilidades de decisões mais esclarecidas e alinhadas às ideias de sustentabilidade.

No desenvolvimento deste estudo, referenciais e reflexões sobre EA, enfoque CTS e consumo na sociedade serão apresentados de forma dialógica. Com isto, espera-se incitar o aprofundamento das reflexões sobre o assunto e estimular a busca pelo tratamento da EA e do consumo de forma mais crítica no ensino, incentivando um processo de alfabetização científica mais qualificado para a tomada de decisões e para a busca por soluções tecnocientíficas a partir de uma perspectiva socioambiental de sustentabilidade (ACEVEDO DÍAZ; MANASSERO MAS; VÁZQUEZ ALONSO, 2002; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

## **2 | VIÉS CTS NO ENSINO: AMBIENTE, CONSUMO E SOCIEDADE**

A educação pode ser um caminho para trabalhar de forma mais contextualizada e a partir de uma perspectiva prioritariamente social a relação entre tecnologia, sociedade e natureza (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003). A abordagem de ciências na sala de aula deve contemplar mais do que conteúdos curriculares fixos. Deve incluir e estar contextualizada com aspectos sociais, éticos, políticos, tecnológicos, históricos e filosóficos na busca por um ensino de ciências mais integral e complexo que enfatize como uma atividade humana, não neutra, mutável e mais próxima dos

interesses da comunidade; que a torne mais desafiadora e reflexiva, contribuindo para o desenvolvimento de um pensamento crítico e para um entendimento mais integral das relações CTS (ACEVEDO DÍAZ; MANASSERO MAS; VÁZQUEZ ALONSO, 2002; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Um exemplo clássico de visão distorcida da ciência é a transmissão dos conteúdos relacionados ao *Método Científico* como um “suposto método universal e um modelo único de desenvolvimento científico” (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007, p.147), o que favorece a crença inadequada de que a ciência é uma atividade padronizada, que sempre produz ou descobre algo fantástico ao término de uma pesquisa - que sempre dá *certo* - e desprovida de aspectos axiológicos e atitudinais.

A instituição [educacional] [...] induz a um desvio de conduta no tratamento do objeto de estudo, e do próprio pensar do pesquisador, fazendo crer que estes sejam conhecimentos neutros e universais, ou seja, que mascaram a visão do caráter parcelar e essencialmente sociocultural do objeto e da atividade, impregnados de valores. O resultado desse processo é [...] uma formação profissional dissociada de uma visão sócio-eco-sistêmica da tecnologia, ou seja, mais integradora e interdisciplinar. (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003)

Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007, p.150) defendem a importância de superação dos reducionismos da visão da atividade científica no ensino e elenca diversos aspectos para tal. Destaca-se aqui a importância do “*tratamento de situações problemáticas*” no ensino, como uma “atividade aberta e criativa, devidamente orientada pelo professor”. As discussões geradas ao longo de atividades simuladas podem contribuir para o entendimento das situações reais vivenciadas, transformações do mundo, consequências sociais e ambientais e, finalmente, para a tomada de decisões de maneira mais refletida.

A exaltação das inovações tecnocientíficas identificada na sociedade favorece um ritmo de produção, obsolescência e troca cada vez mais acelerada, acarretando em um estímulo ao consumo desses artefatos (PEREIRA; SILVA; GIRON, 2014). Maricato (2000, p. 22) ressalta que a massificação do consumo dos bens modernos mudou radicalmente “o modo de vida, os valores, a cultura e o conjunto do ambiente construído”.

Assim, na sociedade de informação se torna cada vez mais necessária uma melhora no entendimento das múltiplas relações CTS, sendo essencial a promoção de uma melhor alfabetização científica e tecnológica, ou seja, um ensino que contribua para um melhor entendimento e uma participação mais qualificada nas decisões da vida cotidiana (ACEVEDO DÍAZ; MANASSERO MAS; VÁZQUEZ ALONSO, 2002; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007; VILAS BOAS *et al.*, 2013).

O início do século XXI está sendo marcado por profundas inovações que afetam nossas experiências de consumo, como a globalização, o desenvolvimento de novas tecnologias de comunicação, o comércio através da internet, a biotecnologia, o debate ambientalista, etc (IDEC, 2005, p.15)

Apesar do advento constante de novas tecnologias, problemas sociais antigos

como a fome e as pandemias continuam assolando a sociedade (QUINTAS, 2004; BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003) o que incita a reflexão sobre a crença inadequada de que avanços científicos e novas tecnologias são as soluções para os problemas observados na sociedade e sempre trazem benefícios e melhorias na qualidade de vida (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003; LEONARD, 2011; LIMA, 2004). Acreditar em uma relação linear entre ciência, tecnologia e melhorias para a sociedade é uma crença ingênua e reducionista, omitindo da discussão outras variáveis como as relações políticas, econômicas, ambientais e sociais.

[...] temos nos tornado reféns de nossa própria busca incansável por novas e mais modernas formas de tecnologia. [...] acabamos por modificar os limites éticos em dependência de novos e mutantes padrões tecnológicos, favorecendo a perda de capacidade crítica quanto à responsabilidade na [...] sustentabilidade da vida. (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003, não paginado)

Bazzo, Linsingen e Pereira (2003, não paginado) ressaltam ainda a relação direta entre a maneira como vem sendo desenvolvidas as inovações tecnocientíficas, no sentido de se seguir os modelos/padrões estabelecidos pelos países mais desenvolvidos economicamente, e a potencialização das desigualdades sociais. Para o autor, “Inovar, levando em conta esses fatores, é buscar a mudança deste quadro, não apenas por altruísmo – o que seria louvável, e talvez um primeiro motivo –, mas também por uma questão estratégica”.

[...] consumir é participar de um cenário de disputas pelo que a sociedade produz e pelos modos de usá-lo. Sob certas condições, o consumo pode se tornar uma transação politizada, na medida em que incorpora a consciência das relações de classe envolvidas nas relações de produção e promove ações coletivas na esfera pública. (IDEC, 2005, p.15)

Não há um único modelo de sociedade, as diferenças na organização do desenvolvimento são naturais e podem ser enriquecedoras quando pensadas em um movimento global (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

É preciso [...] vontade política e compreensão de que o processo inovador não se destina exclusivamente ao desenvolvimento de aparatos tecnológicos, o que é apenas uma de suas conseqüências (sic). Dentro dessa perspectiva é necessário ter claro que o saber científico-tecnológico está vinculado às atividades humanas e deve refletir as forças sociais que o produzem e utilizam. (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003, não paginado)

Para Linsingen, Bazzo e Pereira (2003, não paginado), o processo inovador pode ser considerado “dependente da capacidade de renovação da concepção e produção de artefatos tecnológicos, diretamente vinculados à crescente eficiência e intensidade”. A percepção desse processo pelo consumidor contribui para a aceitação comercial do produto. Além disso, o desenvolvimento é cada vez mais dependente da capacidade de acelerar esse processo (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

A aplicação das tecnologias da informação gerou uma reformulação das suas perspectivas sociais. Tratando-se da internet, em especial, houve uma “reconstrução do tempo-espaço”; a agilidade e o rompimento de barreiras geográficas e temporais

promovidos por essa tecnologia reformulou os meios de comunicação, propaganda e marketing, colaborando para a assimilação e potencialização de uma cultura do consumo (PEREIRA; SILVA; GIRON, 2014). Considera-se aqui sociedade do consumo como aquela na qual se observa a cultura do consumo: “Refere-se à importância que o consumo tem ganhado na formação e fortalecimento das nossas identidades e na construção das relações sociais” (IDEC, 2005, p. 15).

Em seu livro *A História das Coisas*, Leonard (2011) evidencia importantes problemáticas da exaltação do consumo para a vida social e para o ambiente. Não é objeto de este trabalho fazer uma análise crítica do livro, mas alguns pontos-chaves confluem com nossa temática e merecem ser ressaltados. O consumo é amplamente estimulado - através da moda e de intensas e criativas propagandas - pelo governo e pelas empresas, como um ato fundamental para manter a economia e os empregos. A autora considera que “Comprar é quase um ritual sagrado nos Estados Unidos” (p. 161). Então, o ato de comprar/consumir pode ser interpretado como um ato patriótico, um dever dos cidadãos.

Poderíamos extrapolar essa pressão cultural do consumo para grande parte das sociedades atuais, nas quais o consumo é altamente glorificado e por vezes visto como única ou principal solução para crises econômicas e até mesmo para problemas pessoais, promovendo uma consagração dessa prática. “O cidadão é reduzido ao papel de consumidor, sendo cobrado por uma espécie de ‘obrigação moral e cívica de consumir’” (IDEC, 2005, p.15). Assim, se observa uma *cultura do consumo* bem estabelecida e não profundamente reflexiva na sociedade.

Pereira, Silva e Giron (2014) assumem que, na sociedade atual, o consumo é o que motiva o avanço e o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. Acredita-se que essa relação entre consumo, ciência e tecnologia se estabelece de forma complexa e multidirecional (abordagem CTS), sem que haja um direcionamento linear de causa e consequência. Além disso, há de se considerar outras interferências no desenvolvimento da ciência e da tecnologia que podem não estar relacionadas ao consumo de artefatos comuns (vestuário, acessórios, eletroeletrônicos, entre outros) da sociedade, por exemplo, os interesses bélicos (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003).

Não está sendo preocupação neste trabalho aprofundar nas relações de modelos econômicos com o consumo ou de todas as facetas que esta prática pode apresentar. O intuito neste momento é ressaltar de forma geral que os problemas ambientais (por exemplo, “exaustão de recursos naturais renováveis e não renováveis, desfiguração do solo, perda de florestas, poluição da água e do ar, perda de biodiversidade, mudanças climáticas etc.” - IDEC, 2005, p.16) são frutos potencializados de uma crise socioambiental, que é alimentada pelo modo de vida da sociedade (LIMA, 2004; QUINTAS, 2004) - incluindo sua cultura de consumo - e é influenciado por crenças inadequadas ou pouco esclarecidas sobre as relações CTS.

Os bens, em todas as culturas, funcionam como manifestação concreta dos valores e da posição social de seus usuários. Na atividade de consumo se desenvolvem as identidades sociais e sentimentos que pertencemos a um grupo [...]. O consumo envolve também coesão social, produção e reprodução de valores. Desta forma, não é uma atividade neutra, individual e despolitizada. Ao contrário, trata-se de uma atividade que envolve a tomada de decisões políticas e morais praticamente todos os dias. [...] Há, portanto, uma conexão entre valores éticos, escolhas políticas, visões sobre a natureza e comportamentos relacionados às atividades de consumo (IDEC, 2005, p.14)

A preocupação com as implicações sociais e ambientais desse processo e as atitudes coerentes com a mesma muitas vezes são superficiais, ignoradas ou deixadas de lado, contribuindo para a crise socioambiental vivenciada. Destaca-se novamente a visão mútua, multidirecional e indissociável das relações CTS - incluindo os aspectos culturais, ambientais, políticos, econômicos, entre outros da sociedade - (ACEVEDO DÍAZ; MANASSERO MAS; VÁZQUEZ ALONSO, 2002; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007; VÁZQUEZ ALONSO; MANASSERO MAS; MONTESANO DE TALAVERA, 2010), constituindo uma ideia de crise socioambiental apoiada numa crise civilizatória gerada historicamente perante os modos de vida e produção da sociedade (LIMA, 2004; LINSINGEN; BAZZO; PEREIRA, 2003; QUINTAS, 2004).

Nesse contexto, as reflexões acerca da mitigação da crise socioambiental vivenciada não devem ficar restritas às soluções técnicas e imediatas; dependem de mudanças em aspectos políticos, na forma de pensar, nas atitudes, no modo de vida, na organização de sociedade (LIMA, 2004; QUINTAS, 2004). A crise multidimensional mencionada “exige para sua superação mudanças nos perfis institucionais, nos modelos de convivência e participação política, nos padrões de distribuição de riqueza e de consumo e nos valores culturais” (LIMA, 2004, p. 106). Para tanto, a partir do referencial apresentado, a abordagem de uma EA sob viés CTS se mostra como um caminho trilhável no ensino de ciências em busca de mudanças sociais e de contribuições para a alfabetização científica dos cidadãos.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os riscos socioambientais acoplados ao consumo despreocupado ou sem esclarecimentos mais profundos sobre as consequências trazidas pela sua produção e consumo não são recentes. Cabe à sociedade fazer essa delimitação do uso e consumo das inovações tecnocientíficas. Isso nos ressalta a relevância do tema e a necessidade de tratá-lo como prioridade nos meios políticos e educacionais.

O indivíduo e a coletividade devem estabelecer seus critérios de escolhas e buscar suas próprias soluções para o desenvolvimento das inovações tecnocientíficas e dos seus hábitos de consumo, sem que haja uma padronização global para essa busca.

Fala-se aqui de uma reconstrução de prioridades e atitudes, considerando os aspectos social e ambiental da ciência e da tecnologia e partindo da educação, em

especial, do ensino de ciências, como um caminho possível para essa reconstrução através de percepções no ensino mais atreladas às questões éticas e morais.

A alfabetização científica e tecnológica colabora para a desmistificação de uma ciência detentora de verdades absolutas, que seja questionável e modelável, uma ciência que seja adaptável à sua sociedade, que não seja construída a partir de um único método científico e siga um único modo infalível de pensar e agir. Assim, deve haver um estímulo e uma busca por um processo educacional que promova o empoderamento do cidadão para a tomada de decisões tecnocientíficas pautadas nas questões socioambientais.

Não foi objetivo deste trabalho esmiuçar estratégias e propor metodologias educacionais, mas ressaltam-se alguns objetivos e orientações genéricos para o campo do ensino. Os autores citados ao longo deste trabalho contribuíram para o endossamento da defesa de que discussões das relações CTS na EA traz reflexões mais adequadas sobre a atividade científica e suas implicações socioambientais, permitindo:

1. Desconstruir a ideia de verdade absoluta na ciência, considerando a mesma como atividade não neutra e passível de substituições de conhecimentos (mutável). Portanto, deve ser refletida constantemente por toda a sociedade e contestada quando se julgar importante;
2. Romper o paradigma de que mais tecnologia promove linearmente mais e melhor desenvolvimento para a sociedade;
3. Refletir sobre aspectos históricos, políticos, sociais, culturais, ambientais e econômicos por trás das decisões tecnocientíficas;
4. Considerar os desenvolvimentos social e tecnocientífico como processos particularizados e historicizados para cada sociedade, mas também integrado a um mundo globalizado.
5. Buscar ações e escolhas mais sustentáveis, refletindo sobre a ciência, a tecnologia, a política e a economia, considerando e se comprometendo com os aspectos sociais e ambientais.

Apesar de o tema aqui tratado ser consensualmente relevante, as reflexões e diálogos entre educadores sobre novas estratégias de ensino para tratar dos impactos das inovações tecnocientíficas a partir de uma perspectiva social e ambiental se mostra ainda como um campo fértil e enriquecedor. Desdobramentos importantes merecem ser aprofundados nos estudos sobre currículo, didática, formação de professores, entre outras áreas.

Espera-se que esse trabalho sirva de inspiração para maiores questionamentos, discussões, pesquisas e esclarecimentos acerca da EA alinhada com uma abordagem CTS no ensino da educação básica e tecnológica, de forma fluida e contínua. Assim, acredita-se que a base para mudanças na lógica de produção, exaltação e consumo esteja na formação dos cidadãos para a tomada de decisões e para a busca por soluções

tecnocientíficas mais conscientes e acertadas com princípios de sustentabilidade socioambiental.

## REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; MANASSERO MAS, M. A.; VÁZQUEZ ALONSO, Á. **Nuevos retos educativos**: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. Revista Pensamiento Educativo, Santiago, Chile, v. 30, p. 15-34, jul. 2002.

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ ALONSO, Á.; ACEVEDO ROMERO, P.; MANASSERO MAS, M. A. **Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas**. Revista CTS, Mansilla, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, v. 2, n. 6, p. 73-99, dez. 2005.

BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. **Inovação tecnológica ou inovação social?** In: XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE, set. 2003, Rio de Janeiro, Brasil. Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Rio de Janeiro: COBENGE, 2003. Não paginado. Disponível em: < <http://198.136.59.239/~abengeorg/CobengeAnteriores/2003/artigos/EIT392.pdf>>. Acesso em 15 jun. 2017.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 562 p. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192). Acesso em 15 de jun. de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR - IDEC. **Consumo sustentável**: Manual de educação. Brasília: Consumers International/MMA/MEC/IDEC, Brasil, 2005. 160 p. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em 15 de jun. de 2017.

LAYRARGUES, P. P. (coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental Brasil, 2004, 156 p.

LEONARD, A. **A História das Coisas**: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

LIMA, G. F. da C. **Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental**. In: LAYRARGUES, P. P. (coord.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental Brasil, 2004, p. 85-111.

LINSINGEN, I. V.; BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V. **Educação Tecnológica no Contexto da Inovação Social**. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE, set. 2003, Rio de Janeiro, Brasil. Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Rio de Janeiro: COBENGE, 2003. Não paginado. Disponível em: < <http://198.136.59.239/~abengeorg/CobengeAnteriores/2003/artigos/EDS593.pdf>>. Acesso em 15 jun. 2017.

LÓPEZ CERREZO, J. A.; GÓMEZ GONZÁLEZ, F. J. **Introducción: Apropiación social de la ciencia**. In: LÓPEZ CERREZO, J. A.; GÓMEZ GONZÁLEZ, F. J. (Eds.). Apropiación social de la ciencia. [s.l.] Madrid, España, Editorial Biblioteca Nueva, 2008. p. 9-115.

LÓPEZ CERREZO, J. A.; GÓMEZ GONZÁLEZ, F. J. (Eds.). **Apropiación social de la ciencia**. [s.l.], Madrid, España, Editorial Biblioteca Nueva, 2008. 320 p.

MARICATO, E. **Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras**. São Paulo em Perspectiva, [online], v. 14, n. 4, p. 21-33, 2000.

MCCOMAS, W. F. **Seeking historical examples to illustrate key aspects of the Nature of Science.** Science & Education, [s.l.] v. 17, p. 249-263, 2008. ISSN: 0926-7220 (impressa). ISSN: 1573-1901 (eletrônica)

PEREIRA, A. O. K.; SILVA, F. B. da; GIRON, J. **Sociedade tecnológica: a informação e o consumo como reflexos da modernidade.** Revista Novos Estudos Jurídicos - Eletrônica, Universidade do Vale do Itajaí (Univali), Itajaí, Santa Catarina, Brasil, v. 19, n. 1, p. 263-284, jan.-abr. 2014.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. **O papel da Natureza da Ciência na educação para a cidadania.** Ciência & Educação, Bauru, São Paulo, Brasil, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

QUINTAS, J. S. **Educação no processo de gestão ambiental:** uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. In: LAYRARGUES, P. P. (coord.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental Brasil, 2004, p. 113-140.

VÁZQUEZ ALONSO, Á.; MANASSERO MAS, M. A.; MONTESANO DE TALAVERA, M. **Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Universidad de Vigo, España, v. 9, n. 2, p. 333-352, 2010.

VILAS BOAS, A.; SILVA, M. R. da; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. de M.. **História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 287-322, jun. 2013.

## USO DO PRÉ-TRATAMENTO DE ULTRASSOM NA SECAGEM DE ERVA-BALEEIRA

### **Juliana Maria de Oliveira**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Naiara Cristina Zotti Sperotto**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Evandro de Castro Melo**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Diego Augusto Gonzaga**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Mariane Borges Rodrigues de Ávila**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Maira Christina Marques Fonseca**

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) Viçosa – MG

### **Michelle Izolina Lopes de Souza**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

### **Ana Cláudia Vieira Lelis**

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola Viçosa – MG

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do pré-tratamento com ultrassom no tempo de secagem, rendimento e composição química do óleo essencial de *Varronia curassavica* Jacq., utilizando diferentes temperaturas e velocidades do ar de secagem.

O experimento foi realizado nos meses de maio a julho de 2016, na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (20° 76' 97,9" S; 42° 87' 33,5" O) e foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. Para a secagem, utilizou-se um secador de bandejas com resistência elétrica como fonte de aquecimento, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, duas velocidades do ar de secagem (0,25 e 0,5 m s<sup>-1</sup>) e três tempos de pré-tratamento ultrassônico (0, 5, 10 min), totalizando 72 observações. Os resultados das variáveis foram analisados por Análise de Componente Principal (ACP). O pré-tratamento com ultrassom não exerceu influência significativa no rendimento e na qualidade do óleo essencial das folhas de *Varronia curassavica* Jacq. e o efeito da temperatura foi mais significativo que o efeito da velocidade no seu processo de secagem. Os valores de temperatura e velocidade do ar de secagem de 50 °C e 0,5 m s<sup>-1</sup>, respectivamente, são recomendados para a secagem desta espécie. **PALAVRAS-CHAVE:** *Cordia verbenacea*, plantas medicinais, princípio ativo, qualidade.

### USE OF ULTRASOUND PRE-TREATMENT IN DRYING OF ERVA-BALEEIRA

**ABSTRACT:** The objective of this work was to

evaluate the influence of the pre-treatment with ultrasound in the drying time, yield and chemical composition of the essential oil of *Varronia curassavica* Jacq., using different temperatures and drying air velocities. The experiment was carried out from May to July 2016, in the experimental area of the Department of Agricultural Engineering of the Federal University of Viçosa (20° 76' 97.9" S, 42° 87' 33.5" W) and was conducted in a completely randomized experimental design, with three replications. For the drying, a dryer of trays with electric resistance as a heating source was used, at temperatures of 40, 50, 60 and 70 °C, two drying air velocities (0.25 and 0.5 m s<sup>-1</sup>) and three times of ultrasonic pretreatment (0, 5, 10 min), totaling 72 observations. The results of the variables were analyzed by Principal Component Analysis (PCA). Ultrasound pretreatment did not have a significant influence on the yield and quality of the essential oil of the leaves of *Varronia curassavica* Jacq. and the effect of the temperature was more significant than the effect of the speed in its drying process. The values of temperature and drying air velocity of 50 °C and 0.5 m s<sup>-1</sup>, respectively, are recommended for the drying of this specie.

**KEYWORDS:** *Cordia verbenacea*, medicinal plants, active principle, quality

## 1 | INTRODUÇÃO

A *Varronia curassavica* Jacq. (sinonímia *Cordia verbenacea* D.C.) é conhecida popularmente como erva-baleeira (Lorenzi & Matos, 2002; Carvalho Júnior et al., 2004). Nativa do Brasil (Lorenzi & Matos, 2002), suas folhas são ricas em taninos, flavonoides e óleos essenciais, compostos químicos com propriedades medicinais (Fernandes et al., 2007). Devido às suas propriedades terapêuticas, consta na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) (Brasil, 2009).

A secagem de plantas medicinais tem grande importância na cadeia de produção, devido à sua influência direta na qualidade dos ingredientes ativos de interesse (Rocha et al., 2011). Visa reduzir o teor de água do material, com o objetivo de inibir a atividade enzimática e microbiana, evitando a deterioração e prolongando a vida útil do material seco (Mujumdar, 2007; Chin & Law, 2011; Park et al., 2014).

A maioria dos compostos químicos produzidos pelas plantas medicinais são sensíveis ao calor e podem facilmente ser volatilizados durante a secagem (Mujumdar & Law, 2010). Logo, a temperatura do ar de secagem tem o maior impacto nas perdas destas substâncias durante este processo (Chin & Law, 2011; Rocha et al., 2011). Além disso, a qualidade das plantas medicinais depende de outros fatores, como o método de secagem e as características da planta que está sendo seca (Rocha et al., 2011; Rahimmalek & Goli, 2013). Portanto, há a necessidade do emprego ou desenvolvimento de novas técnicas de secagem que sejam mais adequadas às plantas medicinais (Chin & Law, 2011; Martynenko & Kudra, 2015).

Nesse contexto, a utilização do ultrassom como pré-tratamento de secagem é bastante promissora, pois não altera as características principais de qualidade dos

produtos, além de promover uma secagem mais rápida e com temperaturas menores em relação às técnicas tradicionais (Gallego-Juarez et al., 2007; Nowacka et al., 2012; Yao, 2016). A secagem com tratamento prévio de ultrassom tem a capacidade de remover a água sem aquecer significativamente o produto, além de acelerar os processos de transferência de massa (Fuente-Blanco et al., 2006; Witrowa-Rajchert et al., 2014; Miano et al., 2016).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da aplicação de pré-tratamento ultrassônico no tempo de secagem, no rendimento e composição química do óleo essencial de *V. curassavica* Jacq., utilizando um sistema de secagem em camada fixa, com quatro temperaturas e duas velocidades do ar de secagem.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos meses de maio a julho de 2016, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. As folhas de *V. curassavica* foram submetidas a três tempos de pré-tratamento ultrassônico (0, 5 e 10 min), quatro temperaturas de secagem (40, 50, 60 e 70 °C) e duas velocidades do ar de secagem (0,25 e 0,5 m s<sup>-1</sup>), totalizando 72 observações.

As folhas de *V. curassavica* (PAMG 57973) foram provenientes de cultivo em sistema orgânico na área experimental do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (20° 76' 97,9" S; 42° 87' 33,5" O) e sua exsicata foi depositada no Herbário PAMG/EPAMIG. O teor inicial de água das folhas foi determinado pelo Método Gravimétrico, de acordo com a metodologia descrita pela ASAE STANDARDS (ASAE, 2000) para forrageiras e similares, utilizando-se três repetições com 25g de amostra cada, em estufa com circulação forçada do ar, a 103 ± 2 °C, durante 24 horas.

A fim de minimizar o período de armazenamento das folhas utilizadas nos experimentos, as colheitas foram realizadas uma vez por semana e armazenadas, por até sete dias, em câmaras climáticas tipo B.O.D., à 5 °C.

O pré-tratamento foi realizado por 0, 5 e 10 min em banho ultrassônico da marca Elma<sup>R</sup>, modelo P180H, com volume útil de 12,9 L; 37 kHz de frequência; 1320 W de potência (que corresponde a potência ultrassônica específica de 0,51 kW ultrassom kg folha<sup>-1</sup> L<sup>-1</sup> água filtrada) e temperatura ambiente (30 °C). Foram utilizadas 200 g de folhas frescas para cada tratamento e repetição. As folhas do tratamento controle (sem pré-tratamento de ultrassom) também foram submetidas ao processo de imersão em água filtrada por dez minutos, com o equipamento desligado.

Após o pré-tratamento ultrassônico, as folhas foram levadas ao secador, utilizando-se para secagem as temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C e velocidades do ar de 0,25 e 0,5 m s<sup>-1</sup>. Foi utilizado um secador de camada fixa com 3 gavetas (Gonçalves, 2018). A verificação da velocidade do ar de secagem foi realizada por um transdutor tipo anemômetro de fio quente (FMA – 900 Ômega). A medição da

temperatura e umidade relativa do ar ambiente foram feitas por um termohigrômetro digital e a umidade relativa do ar de secagem, no plenum do secador, foi calculada pelo programa GRAPSI® (Melo et al., 2004), empregando-se aquecimento com razão de mistura constante.

A massa das folhas foi registrada a cada 15 min, a fim de acompanhar a redução de seu teor de água. A secagem foi finalizada quando o teor de água das folhas atingiu 10% b.u. Posteriormente, as folhas secas foram acondicionadas em embalagem de polietileno, envolta em pacote de papel Kraft, identificados e armazenados à temperatura ambiente até a extração do óleo essencial.

O óleo essencial foi extraído por hidrodestilação durante 150 min, utilizando-se 50 g de folhas secas e 1 L de água destilada, em aparelho tipo Clevenger, adaptado a um balão de 2 L. Os óleos essenciais foram secos com carbonato de sódio e mantidos a -20 °C até serem analisados. Os resultados do rendimento do óleo essencial foram expressos em porcentagem de óleo em relação à matéria seca do produto (% m.s.).

A identificação dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada em equipamento Shimadzu GC 17<sup>a</sup> – espectrômetro de massa QP 5050<sup>a</sup>, com coluna cromatográfica SE54 (30 m x 0,25 mm d.i. x 0,25 µm de espessura de poro), hélio como gás carreador, a um fluxo de 1,8 mL min<sup>-1</sup>. As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas a 220 °C e 240 °C, respectivamente. A temperatura inicial da coluna foi mantida a 40 °C por 2 min, sendo programada para ter acréscimos de 3 °C a cada min até atingir a temperatura máxima de 240 °C, na qual foi mantida por mais 5 min. Foram detectados no espectrômetro de massas somente íons com a razão carga massa m/z entre 40 e 500. O volume da amostra injetado foi de 1 µL, na concentração de 10.000 ppm, utilizando como solvente o diclorometano. Na identificação dos compostos foi realizada a comparação dos espectros obtidos com os registrados no banco de dados do equipamento e avaliação dos índices de Kovats (IK) calculados e comparados com os descritos na literatura (Adams, 2007).

Os constituintes do óleo essencial foram analisados utilizando-se um cromatógrafo a gás Shimadzu GC-17<sup>a</sup> – ionização de chama (GC-FID), com coluna capilar SPB5 (30 m x 0,25 mm d.i. x 0,25 µm de espessura do poro), nitrogênio como gás carreador, a um fluxo de 1,8 mL min<sup>-1</sup>, temperatura no injetor de 220 °C e no detector de 240 °C. A temperatura inicial da coluna foi mantida a 40 °C por 4 min, sendo programada para ter acréscimos de 3 °C a cada minuto, até atingir a temperatura máxima de 240 °C, na qual foi mantida por mais 3 min. O volume da amostra injetado foi de 1 µL, na concentração de 10.000 ppm, utilizando como solvente o diclorometano. Utilizou-se o método de normalização em que o valor total das áreas dos picos foi considerado 100% e a porcentagem de cada sinal calculada por meio de sua área.

Foi utilizada a técnica multivariada de Análise de Componentes Principais (ACP) aplicada a todas as observações (ou repetições) das variáveis estudadas durante os ensaios de secagem, a fim de obter uma ou mais combinações lineares das variáveis originais, que são as Componentes Principais (CP), as quais retenham o máximo de

informação da variação total contida nos dados (Hongyu et al., 2015). Foi utilizado o programa estatístico R (R Core Team, 2018) e sua biblioteca FactoMineR (Le et al., 2008).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios das variáveis estudadas durante a secagem de *V. curassavica* são descritos na Tabela 1, referentes à velocidade e temperatura do ar de secagem, tempo de secagem, rendimento médio do óleo essencial e os principais compostos químicos encontrados no óleo essencial ((e)-cariofileno,  $\alpha$ -pineno,  $\alpha$ -humuleno).

Velocidade (m/s)	Temperatura (°C)	Tempo US (min)	Tempo médio de secagem (min)	Rendimento médio de óleo essencial (% ms)	(e)-cariofileno (%)	$\alpha$ -pineno (%)	$\alpha$ -humuleno (%)
0,25	40	0	590	0,40	29,64	15,63	7,16
		5	570	0,34	40,19	07,75	8,39
		10	640	0,38	37,78	03,23	8,00
	50	0	315	0,40	36,91	09,22	7,42
		5	425	0,40	26,19	34,27	4,99
		10	315	0,40	39,97	15,42	7,08
	60	0	280	0,30	37,90	17,04	6,88
		5	230	0,46	32,42	08,45	9,63
		10	195	0,38	37,73	14,25	7,17
	70	0	145	0,16	42,50	0,00	8,91
		5	195	0,20	43,15	0,00	7,64
		10	190	0,12	43,39	0,00	8,76
0,5	40	0	290	0,54	30,57	24,89	5,54
		5	400	0,48	16,37	36,00	4,48
		10	285	0,26	32,00	06,03	9,12
	50	0	180	0,42	13,82	39,45	5,74
		5	335	0,56	25,12	32,10	6,37
		10	185	0,20	27,18	09,17	8,23
	60	0	120	0,38	28,19	18,84	6,11
		5	185	0,38	28,54	21,75	6,21
		10	225	0,30	31,13	02,05	3,95
	70	0	160	0,24	30,38	04,30	8,29
		5	85	0,32	27,51	19,89	6,27
		10	90	0,34	28,23	25,96	5,78

Tabela 1 - Valores médios das variáveis analisadas nos ensaios de secagem de *V. curassavica*.

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada a todas as observações (ou repetições) das variáveis analisadas. Pela Tabela 2, o pré-tratamento com ultrassom (u\_som) apresentou níveis insignificantes de correlação com as variáveis do óleo essencial (rendimento e composição química), com o tempo de secagem e nenhuma

correlação com temperatura e velocidade do ar de secagem. A correlação nula entre temperatura e velocidade, indica que as duas são variáveis independentes. O tempo de secagem, variável dependente, apresentou significativa correlação negativa com a temperatura do ar de secagem, indicando coerência com a teoria de cinética de secagem (Chin & Law, 2011; Rocha et al., 2011).

	alfa_h	alfa_p	e_car	p_oleo	u_som	T	tempo	Vel
alfa_h	1,0000							
alfa_p	-0,7409	1,0000						
e_car	0,5078	-0,8012	1,0000					
q_oleo	-0,4841	0,6269	-0,4403	1,0000				
u_som	0,0528	-0,1906	0,1875	-0,1752	1,0000			
T	0,1497	-0,2353	0,2694	-0,4470	0,0000	1,0000		
Tempo	0,0003	-0,0041	0,0824	0,3077	0,0152	-0,7721	1,0000	
Vel	-0,3420	0,4042	-0,6903	0,1078	0,0000	0,0000	-0,4281	1,0000

Tabela 2 - Matriz de correlação entre as variáveis estudadas durante a secagem de *V. curassavica*.

O pré-tratamento com ultrassom apresentou, segundo a Figura 1, nível insignificante de representação no plano definido pelas CP1 ( $\cos_1^2 = 0,05$ ) e CP2 ( $\cos_2^2 = 0,00$ ), indicando que o mesmo não influenciou significativamente no tempo de secagem, no rendimento e qualidade (referente aos marcadores químicos) do óleo essencial obtido. Na mesma figura, excetuando-se o pré-tratamento com ultrassom, as demais variáveis foram perfeitamente representadas, devido à sua proximidade do raio unitário da circunferência, ou seja,  $\cos_i^2 \sim 1$ .

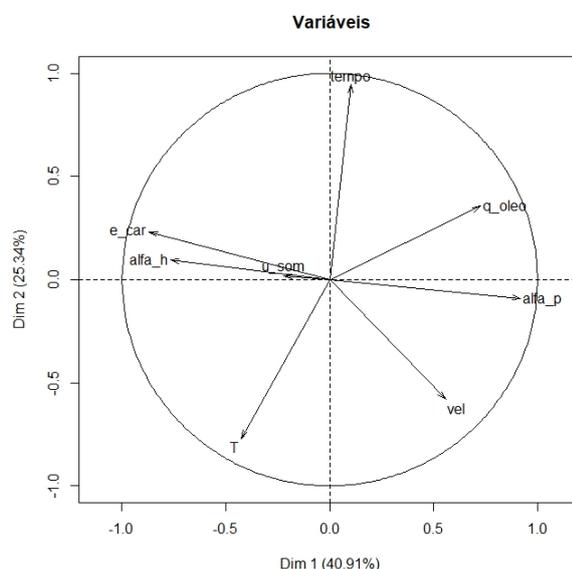


Figura 1 - Representação das projeções das variáveis no plano representado pelas CP1 (Dim 1)

Na Tabela 3, observa-se que três componentes principais acumularam 79% da variância das variáveis analisadas pela ACP, mas foram consideradas apenas duas, que explicaram 66% dessa variância, apesar de a recomendação ser a utilização de valores entre 70 e 80% (Hongyu et al., 2015). Tal decisão foi tomada porque o pré-tratamento com ultrassom ( $u_{\text{som}}$ ) não influenciou significativamente os experimentos realizados (Figura 1) e a sua contribuição, segundo a Tabela 4, só foi significativa (86%) na CP3, além de apresentar contribuição mínima nas CP1 e CP2.

Componente Principal	Variância Explicada (%)	Variância Acumulada (%)
CP1	40,91	40,91
CP2	25,34	66,25
CP3	12,74	79,00
CP4	9,74	88,73
CP5	5,22	93,95
CP6	3,71	97,66
CP7	1,51	99,17
CP 8	0,83	100,00

Tabela 3 - Componentes principais (CP), autovalores, porcentagem da variância explicada e porcentagem da variância acumulada pelos componentes.

A CP1 (Eq. 1) foi considerada como a componente do óleo essencial, porque, segundo a Tabela 4, recebeu as maiores contribuições das variáveis do óleo essencial (rendimento e composição química) com os maiores coeficientes de correlação. Apesar de o  $\alpha$ -humuleno ser o principal marcador químico do óleo essencial da espécie medicinal estudada, a sua contribuição na CP1 apresentou os menores valores entre os marcadores.

$$CP1 = 0,56 \cdot vel - 0,43 \cdot T - 0,22 \cdot u_{\text{som}} + 0,73 \cdot r_{\text{óleo}} - 0,77 \cdot \alpha_{\text{h}} + 0,92 \cdot \alpha_{\text{p}} - 0,87 \cdot e_{\text{car}} \quad (1)$$

Em que:

vel - velocidade do ar de secagem ( $\text{m s}^{-1}$ );

T - temperatura do ar de secagem ( $^{\circ}\text{C}$ );

$u_{\text{som}}$  - tempo de pré-tratamento ultrassônico (min);

$r_{\text{óleo}}$  - rendimento de óleo essencial (%);

$\alpha_{\text{h}}$  - rendimento do composto  $\alpha$ -humuleno (%);

$\alpha_{\text{p}}$  - rendimento do composto  $\alpha$ -pineno (%);

$e_{\text{car}}$  - rendimento do composto (e)-cariofileno (%).

Variável	Coeficientes de correlação			Contribuição (%)		
	CP 1	CP 2	CP 3	CP 1	CP 2	CP 3
Vel	0,56	-0,58	0,27	9,52	16,63	7,28
T	-0,43	-0,77	-0,19	5,57	29,34	3,54
u_som	-0,22	0,02	0,94	1,51	0,01	86,15
Tempo	0,10	0,95	0,06	0,33	44,27	0,34
r_oleo	0,73	0,36	-0,13	16,15	6,25	1,55
alfa_h	-0,77	0,09	-0,08	17,94	0,44	0,58
alfa_p	0,92	-0,09	-0,05	25,81	0,41	0,26
e_car	-0,87	0,23	-0,06	23,17	2,66	0,31

Tabela 4 - Coeficientes de correlação e porcentagem de contribuição das variáveis em cada componente principal.

A componente do processo de secagem, segundo a Tabela 4, foi a CP2 (Eq. 2), porque as variáveis temperatura, velocidade e tempo de secagem foram as que mais contribuíram nessa componente e as que apresentaram os maiores coeficientes de correlação com a referida componente. O efeito da temperatura foi maior que o efeito da velocidade do ar de secagem no processo de secagem estudado, porque seu coeficiente de correlação e sua contribuição foram os maiores na CP2.

$$CP2 = -0,58 \cdot vel - 0,77 \cdot T + 0,02 \cdot u_{som} + 0,95 \cdot tempo + 0,36 \cdot r_{oleo} + 0,09 \cdot alfa_h - 0,09 \cdot alfa_p + 0,23 \cdot e_{car} \quad (2)$$

Em que:

- vel - velocidade do ar de secagem ( $m \cdot s^{-1}$ );
- T - temperatura do ar de secagem ( $^{\circ}C$ );
- $u_{som}$  - tempo de pré-tratamento ultrassônico (min);
- tempo - tempo de secagem (min);
- $r_{oleo}$  - rendimento de óleo essencial (%);
- $alfa_h$  - rendimento do composto  $\alpha$ -humuleno (%);
- $alfa_p$  - rendimento do composto  $\alpha$ -pineno (%);
- $e_{car}$  - rendimento do composto (e)-cariofileno (%).

Então, pela Tabela 4, foi possível caracterizar três componentes principais em função de uma propriedade comum resultante da combinação das variáveis mais importantes:

- CP1 – Componente do óleo essencial;
- CP2 – Componente da cinética de secagem;
- CP3 – Componente do pré-tratamento com ultrassom.

Carvalho Jr. et al. (2004) identificaram como constituintes majoritários do óleo essencial de *V. curassavica* o  $\alpha$ -pineno (29,69%), (e)-cariofileno (25,27%), albaromadendreno (9,99%) e  $\alpha$ -humuleno (4,6%). Rodrigues et al. (2012) identificaram

como principais componentes do óleo essencial de folhas frescas de *V. curassavica* o (E)-cariofileno (25,4%), biciclogermacreno (11,3%),  $\delta$ -cadineno (9%) e  $\alpha$ -pineno (9,5%).

A fim de determinar as condições de secagem para a obtenção da melhor combinação de rendimento e qualidade do óleo essencial estudado, buscou-se na ACP a observação que mais contribuiu na CP1 (a componente do óleo essencial), que foi a observação 48, com valor igual a 6,046. Essa observação foi submetida às condições de secagem com temperatura e velocidade do ar de secagem igual a 50 °C e 0,5 m s<sup>-1</sup>, respectivamente.

## 4 | CONCLUSÕES

1. O pré-tratamento com ultrassom não exerceu influência significativa no rendimento e na qualidade do óleo essencial das folhas de *Varronia curassavica* Jacq.

2. O efeito da temperatura foi mais significativo que o efeito da velocidade no seu processo de secagem.

3. Os valores de temperatura e velocidade do ar de secagem de 50 °C e 0,5 m s<sup>-1</sup> são recomendados para a secagem da espécie estudada.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by Gas Chromatography mass spectroscopy**. DuPage: Allured Publishing Corporation. 2007. 469 p.

ASAE STANDARDS. **Standards engineering practices data**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers. 2000. 78 p.

BRASIL. Portal da Saúde. **Plantas de interesse ao SUS (RENISUS)**. 2009. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/sus/pdf/marco/ms\\_relacao\\_plantas\\_medicinais\\_sus\\_0603.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/sus/pdf/marco/ms_relacao_plantas_medicinais_sus_0603.pdf). Acesso em: 10 jan 2019.

CARVALHO JÚNIOR, P. M.; RODRIGUES, R. F. O.; SAWAYA, A. C. H. F.; MARQUES, M. O. M.; SHIMIZU, M. T. **Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Cordia verbenacea* D.C.** Journal of Ethnopharmacology, v.95, p.297-301, 2004.

CHIN, S. K.; LAW, C. L. **Drying of medicinal plants**. In: Ed. Jangam, S. V.; Law, C. L.; Mujumdar, A. S. Drying of foods, vegetables and fruits. Singapore, 2011. Cap.4, p.105-136.

FERNANDES, E. S.; PASSOS, G. F.; MEDEIROS, R.; CUNHA, F. M.; FERREIRA, J.; CAMPOS, M. M.; PIANOWSKI, L. F.; CALIXTO, J. B. **Anti-inflammatory effects of compounds alpha-humulene and (-)-trans-caryophyllene isolated from the essential oil of *Cordia verbenacea***. European Journal of Pharmacology, v.569, p.228–236, 2007.

FUENTE-BLANCO; S. DE LA; RIERA-FRANCO DE SARABIA, E.; ACOSTA-APARICIO, V. M.; BLANCO-BLANCO, A.; GALLEGU-JUÁREZ, J. A. **Food drying process by power ultrasound**. Ultrasonics, v.44, p.e523-e527, 2006.

GALLEGU-JUAREZ, J. A.; RIERA, E.; DE LA FUENTE BLANCO, S.; RODRÍGUEZ-CORRAL, G.; ACOSTA-APARICIO, V. M.; BLANCO, A. **Application of High-Power Ultrasound for Dehydration of**

- Vegetables: Processes and Devices.** *Drying Technology*, v.25, p.1893–1901, 2007.
- GONÇALVES, M. G. **Secagem de frutos de macaúba em função da temperatura do ar.** Viçosa: UFV, 2018. 29p. Dissertação Mestrado.
- HONGYU, K; SANDANIELO, V. L. M. ; DE OLIVEIRA JUNIOR, G. J. **Principal component analysis: theory, interpretations and applications.** *Engineering and Science*, v.1, p.83-90, 2015.
- LE, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. **FactoMineR: An R package for multivariate analysis.** *Journal of Statistical Software*, v.25, p.1-18, 2008.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil. Nativas e Exóticas.** 1. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 512p.
- MARTYNENKO, A.; KUDRA, T. **Non-isothermal drying of medicinal plants.** *Drying Technology*, v.33, p.1550-1559, 2015.
- MELO, E. C.; LOPES, D. C.; CORRÊA, P. C. **GRAPSI – Programa Computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar.** *Engenharia na Agricultura*, v.12, p.154-162, 2004.
- MIANO, A. C.; IBARZ, A.; AUGUSTO, P. E. D. **Mechanisms for improving mass transfer in food with ultrasound technology: Describing the phenomena in two model cases.** *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 9, p.413–419, 2016.
- MUJUMDAR, A. S. **Handbook of industrial drying.** 3 ed. Boca Raton: CRC, 2007. 1280p.
- MUJUMDAR, A. S.; LAW, C. L. **Drying Technology: Trends and Applications in Postharvest Processing.** *Food Bioprocess Technology*, v.3, p.843–852, 2010.
- NOWACKA, N.; WIKTOR, A.; SLEDZ, M.; JUREK, N.; WITROWA-RAJCHERT, D. **Drying of ultrasound pretreated apple and its selected physical properties.** *Journal of Food Engineering*, v.113, p.427–433, 2012.
- PARK, K. J. B.; PARK, K. J.; ALONSO, L. F. T.; CORNEJO, F. E. P.; DAL FABBRO, I. M. **SECAGEM: FUNDAMENTOS E EQUAÇÕES.** *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.16 p.93-127, 2014.
- RAHIMMALEK, M.; GOLI, S. A. H. **Evaluation of six drying treatments with respect to essential oil yield, composition and color characteristics of *Thymys daenensis* subsp. daenensis. Celak leaves.** *Industrial Crops and Products*, v.42, p.613– 619, 2013.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: Dez. 2018.
- ROCHA, R. P.; MELO E. C.; RADÜNZ L. **L Influence of drying process on the quality of medicinal plants: A review.** *Journal of Medicinal Plants Research*, v.5, p. 7076-7084, 2011.
- RODRIGUES, F. F.; OLIVEIRA, L. G. S.; RODRIGUES, F. F. G.; SARAIVA, M. E.; ALMEIDA, S. C. X.; CABRAL, M. E. S.; CAMPOS, A. R.; COSTA, J. G. M. **Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of essential oil from *Cordia verbenacea* DC leaves.** *Pharmacognosy research*, v.4, p.161-165, 2012.
- WITROWA-RAJCHERT, D.; WIKTOR, A.; SLEDZ, M.; NOWACKA, M. **Selected Emerging Technologies to Enhance the Drying Process: A Review.** *Drying Technology*, v.32, p.1386–1396, 2014.
- YAO, Y. **Enhancement of mass transfer by ultrasound: Application to adsorbent regeneration**

**and food drying/dehydration.** *Ultrasonics Sonochemistry*, v.31, p.512–531, 2016.

## VIABILIDADE POLÍNICA E INDUÇÃO DE MASSA PRÓ-EMBRIOGÊNICA EM BOTÕES FLORAIS DE *Pyrostegia venusta* (KER GAWL.) MIERS

### **Alessandra Moraes Pedrosa**

Laboratório de Biotecnologia Vegetal  
Universidade Federal de São João Del-Rei  
Campus Centro-Oeste Dona Lindu, Divinópolis  
Minas Gerais

### **Bruna Cristina Alves**

Laboratório de Biotecnologia Vegetal  
Universidade Federal de São João Del-Rei  
Campus Centro-Oeste Dona Lindu, Divinópolis  
Minas Gerais

### **Vanessa Cristina Stein**

Laboratório de Biotecnologia Vegetal  
Universidade Federal de São João Del-Rei  
Campus Centro-Oeste Dona Lindu, Divinópolis  
Minas Gerais

### **Isabel Rodrigues Brandão**

Laboratório de Biotecnologia Vegetal  
Universidade Federal de São João Del-Rei  
Campus Centro-Oeste Dona Lindu, Divinópolis  
Minas Gerais

### **Camila Bastos Alves**

Laboratório de Biotecnologia Vegetal  
Universidade Federal de São João Del-Rei  
Campus Centro-Oeste Dona Lindu, Divinópolis  
Minas Gerais

### **Mairon César Coimbra**

Laboratório de Farmacobotânica e Plantas  
Medicinais, Universidade Federal de São João  
Del-Rei, Campus Centro-Oeste Dona Lindu  
Divinópolis, Minas Gerais

### **Ana Hortência Fonseca Castro**

Laboratório de Farmacobotânica e Plantas  
Medicinais, Universidade Federal de São João  
Del-Rei, Campus Centro-Oeste Dona Lindu  
Divinópolis, Minas Gerais

**RESUMO:** *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae) é uma videira lenhosa nativa da Savana Brasileira. Popularmente conhecida como “flor-de-São-João” é usado na medicina popular para o tratamento de bronquite, resfriados, diarreia e vitiligo. Estudos de viabilidade polínica são de grande importância, pois, além de evidenciar a potencialidade reprodutiva masculina da espécie, contribuem para estudos taxonômicos e ecológicos. Já as tecnologias de cultura de tecidos vegetais oferecem estratégias que permitem a produção contínua de mudas, por meio da técnica de embriogênese somática. A indução de calos *in vitro* permite o controle de fatores físicos e químicos, produção de princípios ativos e embriogênese somática. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade polínica de *P. venusta*, analisar a contaminação das partes do botão floral bem como tentar induzir a calogênese em suas pétalas. A viabilidade polínica de *P. venusta* foi maior nos botões florais menores, revelando alto potencial de fertilidade dos gametas masculinos no início da

formação das flores. Os ovários e anteras foram as partes que apresentaram maior porcentagem de contaminação quando cultivadas *in vitro*. A utilização de 2,4-D como suplemento do meio induziu maior tamanho dos calos. Além disso, a concentração de 2 mg L<sup>-1</sup> e ausência de luz influenciou na obtenção de calos friáveis e com potencial embriogênico a partir de pétalas de *P. venusta*. A espécie utilizada no presente apresenta elevada viabilidade polínica e suas pétalas respondem bem ao regulador de crescimento 2,4-D na indução de calos. PALAVRA-CHAVE: *Pyrostegia venusta*, embriogênese somática, viabilidade polínica, calogênese, 2,4-D.

## POLLEN VIABILITY AND INDUCTION OF PRO-EMBRYOGENIC MASSES ON PETALS OF *Pyrostegia venusta* (KER GAWL.) MIERS

**ABSTRACT:** *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers (Bignoniaceae) is a woody vine native to the Brazilian Savannah. Popularly known as the “St. John’s flower” is used in folk medicine for the treatment of bronchitis, colds, diarrhea and vitiligo. Studies of pollen viability are of great importance, since, besides evidencing the male reproductive potential of the species, they contribute to taxonomic and ecological studies. The technologies of plant tissue culture offer strategies that allow the continuous production of seedlings through the technique of somatic embryogenesis. Callus induction *in vitro* allows the control of physical and chemical factors, production of active principles and somatic embryogenesis. Thus, the aim of this work was to evaluate the pollen viability of *P. venusta*, to analyze the contamination of the parts of the floral bud as well as to try to induce the calogenesis in its petals. The pollen viability of *P. venusta* was higher in the smaller floral buds, revealing a high fertility potential of male gametes at the beginning of flower formation. Ovaries and anthers were the parts that presented the highest percentage of contamination when cultured *in vitro*. The use of 2,4-D as a medium supplement induced greater callus size. In addition, the concentration of 2 mg L<sup>-1</sup> and absence of light influenced the formation of friable callus with embryogenic potential from *P. venusta* petals. The species used at present has high pollen viability and its petals respond well to the 2,4-D growth regulator in callus induction. **KEYWORDS:** *Pyrostegia venusta*, somatic embryogenesis, calogenesis, pollen viability, 2,4-D.

## 1 | INTRODUÇÃO

*Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers é uma liana trepadeira pertencente à família Bignoniaceae, popularmente conhecida como flor ou cipó-de-São-João. É comumente encontrada no Cerrado Brasileiro, especialmente no Cerradão, bordas de florestas e campos (MAGALHÃES et al., 2010; ROSSATO; KOLB, 2010). É uma espécie de importância ornamental pela sua alta produção de flores alaranjadas. Na medicina popular as partes aéreas são utilizadas em infusões e decocções como tônico e anti diarreico e suas flores para o tratamento de vitiligo e leucoderma (SCALON et al., 2008; VELOSO et al., 2010). As raízes dessa espécie são importantes no tratamento de infecções uterinas e do trato genital, icterícia e erisipela (VELOSO et al., 2010). Sua

propagação na natureza ocorre através de sementes que são produzidas sazonalmente entre os meses de julho e novembro com alta taxa de germinação em uma ampla faixa de temperatura. Isso permite a germinação de suas sementes em áreas abertas e sombreadas, acarretando a distribuição da espécie em diferentes fisionomias do Cerrado (ROSSALTO; KOLB, 2011).

A viabilidade polínica é comumente utilizada em estudos de biologia reprodutiva e melhoramento genético. Na qual, uma viabilidade alta influenciará diretamente o sucesso da fertilização, de sua capacidade de germinação e formação de frutos (SULUSOGLU; CAVUSOGLU, 2014). Testes colorimétricos são usados para determinar taxas de grãos de pólen que apresentam conteúdo celular e estimar a viabilidade polínica. Os corantes reagem com os componentes celulares dos grãos de pólen maduro, resultando em mudanças na coloração, distinguindo os grãos viáveis dos inviáveis (JESUS et al. 2018). As principais vantagens de se usar testes colorimétricos é que eles são seguros, rápidos e de baixo custo. Além de poder contribuir na detecção de variáveis ambientais que afetam o desenvolvimento de pólen, nos acessos genéticos e na determinação de períodos de polinização de várias espécies. (JESUS et al. 2018).

As variações das condições do ambiente e o ataque de patógenos podem prejudicar o estabelecimento de mudas e o florescimento de uma espécie. Como alternativa a esse problema há técnicas biotecnológicas de cultivo *in vitro*, que permitem a rápida propagação de mudas em um ambiente asséptico, ou seja, sem a presença de patógenos, e com condições controladas. A embriogênese somática indireta é um importante método de multiplicação *in vitro*, consistindo na formação de calos a partir de um determinado explante, apresentando células em diferentes estádios de diferenciação. A embriogênese somática possibilita multiplicação rápida de um grande número de mudas, em curto espaço de tempo e com alta sanidade (LANDEY et al., 2013; CARNEIRO et al., 2014).

A otimização das condições de cultivo, especialmente a composição do meio, é um fator crucial na indução de calos. A escolha adequada do regulador de crescimento, está diretamente ligada ao balanço de auxina: citocinina, endógena e exógena. (CROSER et al. 2006). Lulsdorf et al. (2011) mostraram que os fito hormônios, especialmente as auxinas, desempenham um papel importante na indução de calos. Outro fator, é o tipo de explante utilizado, como no caso das pétalas, importantes em estudos de variação somaclonal, pois quanto mais especializado o explante, maiores são as chances de que a variação seja recuperada nas plantas regeneradas (KARP 1995; JORAPUR; JOGDANDE; DHUMALE, 2018). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade polínica de *P. venusta*, a contaminação das partes de seus botões florais quando cultivados *in vitro*, bem como induzir calogênese em suas pétalas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Farmacobotânica e Plantas Medicinais da Universidade Federal de São João Del-Rei (UFSJ), Campus Centro-Oeste Dona Lindu. Botões florais da espécie *Pyrostegia venusta*, foram coletados em julho de 2015, no município de Divinópolis, Minas Gerais

Um total de 50 botões florais de *P. venusta* foram coletados e em seguida passaram por um processo de desinfestação em álcool 70% por 1 minuto, hipoclorito de sódio (comercial) 3% por 5 minutos e tríplice lavagem por 1 minuto cada em água destilada autoclavada.

A análise da viabilidade consistiu em classificar os botões florais em dois tamanhos,  $2,0 \pm 0,5$  cm e  $3,0 \pm 0,5$  cm, dos quais as anteras foram isoladas em microscópio estereoscópico, esmagadas e coradas com carmim acético 2%. Realizou-se a contagem de 2000 células/tratamento em microscópio de luz com um aumento de 40x. Foram considerados viáveis os grãos de pólen corados.

Anteras, ovários e pétalas foram inoculados em meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) suplementado com  $30 \text{ g L}^{-1}$  de sacarose, solidificados com  $6 \text{ g L}^{-1}$  de ágar, com intenção de verificar a taxa de contaminação das diferentes partes dos botões florais. Aproximadamente 10 mL dos meios foram colocados em tubos de ensaio e autoclavados por 20 minutos a uma temperatura de  $121 \text{ }^\circ\text{C}$ . Foram mantidos em sala de crescimento com fotoperíodo de 16 horas e densidade de fluxo de fótons de  $48 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Após 7 dias foi avaliada a porcentagem de contaminação do material inoculado.

No teste de calogênese, as pétalas dos botões florais desinfestadas foram utilizadas como explante e diferentes concentrações de auxina como regulador de crescimento. O meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962) com  $30 \text{ g L}^{-1}$  de sacarose foi suplementado com ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) em diferentes concentrações 0,5; 1; 2 e  $4 \text{ mg L}^{-1}$  e solidificado com  $6 \text{ g L}^{-1}$  de ágar. O meio sem regulador foi utilizado como controle. Posteriormente, seguiu-se autoclavagem por 20 minutos a uma temperatura de  $121 \text{ }^\circ\text{C}$ . Os explantes inoculados foram mantidos em sala de crescimento à uma temperatura de  $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ , na ausência e presença de luz. O fotoperíodo foi de 16 horas de luz e densidade de fluxo de fótons de  $48 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Foram inoculados 20 repetições para cada tratamento. Após 30 dias foram avaliados a indução de calos e a taxa de oxidação.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado e os resultados obtidos foram analisadas utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viabilidade do pólen indica a capacidade dele realizar eventos pós-polinização e a fertilização. É importante o conhecimento sobre a viabilidade da amostra de pólen a ser usada para experimentação ou polinização, pois eles podem influenciar nos resultados encontrados (SHIVANNA; RANGASWAMY, 1992). Todos os botões florais de *P. venusta* utilizados nesse estudo apresentaram pólenes maduros com a viabilidade polínica diferindo-se entre o tamanho dos botões florais. Os menores botões ( $2,0 \pm 0,5$  cm) apresentaram maior porcentagem de grãos de pólen viáveis (86%) em relação a botões florais maiores ( $3,0 \pm 0,5$ ) (71%). A viabilidade polínica é considerada alta para valores acima de 70% e baixa para valores abaixo de 30% (SOUZA; PEREIRA; MARTINS, 2002). Sendo assim, os polens analisados nesse estudo possuem alta viabilidade, o que pode ser um indicativo que essa espécie não possui problemas de fertilidade e propagação, uma vez que a baixa viabilidade pode inferir deficiência nos processos reprodutivos e esterilidade (HISTER; TEDESCO, 2016).

A contaminação dos explantes é um dos principais problemas enfrentados no cultivo *in vitro* de plantas, sendo observada em maior frequência a contaminação por fungos e bactérias (SOUZA et al. 2006). O carboidrato e os nutrientes minerais que compõem o meio de cultivo favorecem o desenvolvimento desses fitopatógenos, que passam a competir por eles com as plantas (SMITH, 2000). Além dessa competição eles também começam a produzir metabólitos tóxicos, como ácido láctico e acético, afetando assim o desenvolvimento do explante, culminando finalmente em sua morte (PEREIRA et al., 2003). Comparando os explantes utilizados, o maior número de contaminação ocorreu no ovário (84,12%) seguido da antera com 33,52% (Tabela 1). Pode-se inferir que a maior parte das contaminações foram causadas por bactérias, provavelmente, de natureza endógena, uma vez que, as pétalas, estruturas mais externas dos botões florais, apresentaram a menor porcentagem de contaminação (4,7%). Quando a contaminação é de origem exógena, a possibilidade de eliminação é maior do que quando comparado aos contaminantes endógenos, pois as áreas exteriores do material ficam em contato direto com o desinfestante. O ideal no cultivo *in vitro* é a menor quantidade de explantes contaminados, pois esse fator leva a perda de tempo, de recursos financeiros e de material genético. No entanto, até cerca de 10% de contaminação ainda é aceitável (DONINI et al, 2005).

Órgão	Contaminação (%)
Pétala	4,7 A
Antera	33,52 B
Ovário	84,12 C

Tabela 1. Porcentagem de contaminação (%) dos explantes pétala, antera e ovário de *Pyrostegia venusta* mantidas por 7 dias em meio MS.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey para  $P < 0,05$ .

O experimento de contaminação foi essencial para a escolha do explante a ser utilizado no teste de indução de calos. Apenas as pétalas condisseram como fonte de explante, devido à alta contaminação encontrada na inoculação de ovário e antera (Tabela 1). Foi observado a oxidação dos meios e dos explantes em todos os tratamentos de indução de calos. No entanto, quando 2,4-D estava presente no meio, observou-se uma menor taxa de oxidação (Tabela 2), o que pode indicar uma diminuição na produção de compostos fenólicos pelo explante ou a atividade antioxidante do 2,4-D. A oxidação dos tecidos é um efeito comum na cultura *in vitro* e ocorre devido a presença de compostos fenólicos que inibem enzimas e proteínas, afetando diretamente o crescimento e a sobrevivência dos tecidos (PLAZEK; DUBERT, 2010). As enzimas polifenoloxidase e peroxidase são responsáveis pela oxidação dos compostos fenólicos e seus produtos como as quinonas são os responsáveis pela coloração escura dos tecidos (WU; LIN, 2002).

Os tratamentos utilizados para induzir calogênese se mostraram promissores ao utilizar-se pétalas de *P. venusta* como explante, inclusive o controle. No entanto, os maiores calos foram observados no meio suplementado com 0,5, 1 e 4 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D (Tabela 2), o que indica o importante papel desta auxina na formação de calos para essa espécie. As espécies *Ocimum basilicu* e *Uncaria guianensis* responderam de forma semelhante aos resultados encontrados neste estudo quanto ao uso do 2,4 -D (GOPI; PONMURUMGAN, 2006; PEREIRA et al, 2007). O regulador de crescimento 2,4-D pertence à classe das auxinas e pode atuar de duas maneiras durante o crescimento celular: estimulando a acidificação da parede celular, o que resulta na sua extensibilidade, e induzindo a transcrição de mRNAs que codificam proteínas associadas ao crescimento celular (RICHARD et al., 2002). A relação entre auxina e citocinina é importante para a diferenciação e especificação das células vegetais (JIMÉNEZ 2005).

2,4-D (mg L <sup>-1</sup> )	Oxidação (%)	Tamanho
0	52,27 A	0,36 B
0,5	29,57AB	1,20 A
1	20,45 B	1,59 A
2	27,27 AB	0,82 AB
4	15,9 B	1,41 A

Tabela 2. Porcentagem de oxidação (%) e tamanho dos calos de *Pyrostegia venusta* mantidas por 30 dias na presença de diferentes concentrações de 2,4-D.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey para  $P < 0,05$ .

A presença e ausência de luz podem afetar no processo de indução dos calos, assim como na sua morfologia e fisiologia. Neste trabalho, o fator luz não influenciou, estatisticamente, na oxidação dos explantes e nem no tamanho dos calos obtido (Tabela 3). No entanto, a concentração de 2.0 mg L<sup>-1</sup> de 2,4-D e a ausência de luz induziu a formação de calos friáveis em comparação aos outros meios de cultura testados (Figura 1). Esses dados corroboram com os encontrados por Chen et al (2014), pois ele observou uma maior frequência de embriões somático nos calos cultivados no escuro. Calos friáveis de coloração amarela são considerados organogênicos e apresentam potencial para embriogênese somática (ARUNYANART; CHAITRAYAGUN, 2005). As auxinas, normalmente, inibem a síntese de clorofila; tornando as células desdiferenciadas freqüentemente desprovidas de cloroplastos, apresentando plastídios com grãos de amido em quantidades maiores (GEORGE; SHERRINGTON, 1984; JORAPUR; JOGDANDE; DHUMALE, 2018).

Fotoperíodo	Oxidação (%)	Tamanho
Luz	32,72 A	1,2 A
Escuro	25,25 A	0,92 A

Tabela 3. Porcentagem de oxidação e tamanho dos calos de *Pyrostegia venusta* na ausência ou presença de luz.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey para  $P < 0,05$ .



Figura 1. Aspectos gerais de calos induzidos na presença 2.0 mg L<sup>-1</sup> of 2,4-D.

De acordo com alguns dados, as células somáticas únicas parecem ser a origem dos embriões somáticos, quando essas são expostas a elevadas concentrações de auxina e/ou fatores estressantes (HALPERIN, 1995; VERDEIL et al., 2007). A indução de embriogênese somática em muitas espécies, visando a reprodução vegetativa, se destaca com a utilização de 2,4-D como suplemento do meio de cultivo. No entanto, a melhor concentração desse regulador de crescimento pode variar de acordo com a espécie ou combinação com outros reguladores utilizados (KONAN et al. 2006; THUZAR et al. 2011; BALZON et al. 2013).

#### 4 | CONCLUSÃO

A espécie *Pyrostegia venusta* apresentou viabilidade polínica bem elevada, independentemente, do tamanho de seus botões florais. No entanto, as partes internas dos seus botões florais, como as anteras e os ovários, podem não ser explantes ideais para o cultivo in vitro, devido a elevadas taxas de contaminação. Por outro lado, as pétalas responderam de forma positiva à indução de calo em meio MS suplementado com 2,4-D independente da concentração utilizada. No entanto, para obtenção de calos friáveis e com potencial embriogênico é necessário que os explantes sejam deixados na ausência de luz. Assim, as pétalas são promissoras como fonte de explante para calogênese e para novos estudos envolvendo essa espécie.

#### REFERÊNCIAS

ARUNYANART, S; CHAITRAYAGUN, M. **Induction of somatic embryogenesis in lotus (*Nelumbo nucifera* Geartn.).** Sci Hort. v. 3, n. 105, p. 411-420, 2005.

BALZON, T. A; LUIS, Z. G; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. **New approaches to improve the efficiency of somatic embryogenesis in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) from mature zygotic embryos.** In vitro Cell Dev Biol Plant. v. 49, p. 41–50, 2013.

CARNEIRO, F. S. et al. **Embriogênese somática em *Agave sisalana* Perrine: indução, caracterização anatômica e regeneração.** Pesq. Agropec. Trop. v. 44, n. 3 p. 294-303, 2014.

- CHEN, J. R. et al. **The Influence of Plant Growth Regulators and Light Quality on Somatic Embryogenesis in China Rose (*Rosa chinensis* Jacq.)**. J. Plant Growth Regul. v. 33, n. 2, p. 295–304, 2013.
- CROSER, J. S. et al. **Toward Doubled Haploid Production in the Fabaceae: Progress, Constraints, and Opportunities**. Crit. Rev. Plant Sci. v. 25, n. 2, p. 139–157, 2006.
- DONINI, L. P. *et al.* **Preparo de lâminas foliares de aráceas ornamentais: desinfestação com diferentes concentrações de hipoclorito de sódio**. Arq. Inst. Biol. v. 72, p. 517-522, 2005.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia. v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- GEORGE, E. F; SHERRINGTON, P. D. **“Plant propagation by tissue culture Handbook and Dictionary of commercial Laboratories.”** Exegetics limited, Eversley, Basingstoke, Hants, England. 1984.
- GOPI, C; PONMURUMGAN, P. **Somatic embryogenesis and plant regeneration from leaf callus of *Ocimum basilicum* L.** J. Biotechnol. v. 126, n. 2, p. 206-264, 2006.
- HALPERIN, W. ***In vitro* embryogenesis: some historical issues and unresolved problems**. In: *In vitro* embryogenesis in plants. Thorpe, p.1-16, 1995.
- HISTER, C. A. L; TEDESCO, S. B. **Estimativa da viabilidade polínica de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) através de distintos métodos de coloração**. RBPM. v. 18, n. 1, p. 135-141, 2016.
- JESUS, L. G. A. *et al.* **Efficiency of colorimetric tests to determine pollen viability in peppers**. RBAS. v. 8, n. 2, p. 77-82, 2018.
- JIMÉNEZ, V. M. **Involvement of plant hormones and plant growth regulators on in vitro somatic embryogenesis**. J Plant Growth Reg. v. 47, p. 91–110, 2005.
- JORAPUR, S; JOGDANDE, N; DHUMALE, D. **Petal callus mediated de novo regeneration of shoots in carnation (*Dianthus caryophyllus* L.)**. The Pharma Innovation J. v. 7, n. 1, p. 218-222, 2018.
- KARP, A. **Somaclonal variation as a tool for crop improvement**. Euphytica. v. 85, p. 295-302, 1995.
- KONAN, E. E. et al. **A modeling approach of the in vitro conversion of oil palm (*Elaeis guineensis*) somatic embryos**. Plant Cell Tissue Organ Cult. v. 84, p. 99–112, 2006.
- KUMAR, J. (eds): **Biology and Breeding of Food Legumes**. CABI, Oxfordshire. p. 336–347, 2011.
- LANDEY, R. B. et al. **High genetic and epigenetic stability in *Coffea arabica* plants derived from embryogenic suspensions and secondary embryogenesis as revealed by AFLP, MSAP and the phenotypic variation rate**. PLoS One. v. 8, n. 2, p. 1-15, 2013.
- LULSDORF, M. M; CROSER, J. S; OCHATT, S. **Androgenesis and doubled-haploid production in food legumes**. v. 11, 2011.
- MAGALHÃES, E. A. et al. **Avaliação do potencial genotóxico do extrato bruto de *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers, Bignoniaceae, em medula óssea de camundongos**. Rev. Bras. Farmacogn. v. 20, n. 1, p. 65-69, 2010.
- MURASHIGE, T; SKOOG, F. **A revised medium for rapid growth with tobacco tissue cultures**.

Physiol. Plant. v. 15, p. 473- 497, 1962.

PEREIRA, J. E. S; MATTOS, M. L. T; FORTES, G. R. de L. **Identificação e controle**

**com antibióticos de bactérias endofíticas contaminantes em explantes de batata.** Pesq. Agropec. Bras. v. 38, n. 7, p. 827-834, 2003.

PEREIRA, R. C. A. et al. **Influência de diferentes auxinas na indução e cinética de crescimento de calos de *Uncaria guianensis* J. F. GMEL. (UNHA DE GATO).** Pesq. Agropec. Bras. v. 42, n. 2, p. 69-77, 2007.

PLAZEK, A; DUBERT, F. **Improvement of medium for *Miscanthus x Giganteus* callus induction and plant regeneration.** Acta. Biol. Crac. Series. Bot. v. 52, p. 105–110, 2010.

RICHARD, D. et al. **Effect of auxin, cytokinin, and sucrose on cell cycle gene expression in *Arabidopsis thaliana* cell suspension cultures.** Plant. Cell. Tissue. Organ. Cult. v. 69, p. 167-176, 2002.

ROSSATO, D. R; KOLB, R. M. **Germinação de *Pyrostegia venusta* (Bignoniaceae), viabilidade de sementes e desenvolvimento pós-seminal.** Rev. Bras. Bot. v. 33, n. 1, p. 51-60, 2010.

ROSSATO, D. R; KOLB, R. M. **Comportamento fenológico da liana *pyrostegia venusta* (ker gawl.) miers (bignoniaceae) em área de cerradão na estação ecológica de assis, sp, brasil.** R. Bras. Bioci. v. 9, n. 3, p. 289-296, 2011.

SCALON, S. P. Q. et al. **Tratamentos pré-germinativos e temperaturas de inoculação na germinação de cipó-de-São-João [*Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.) Miers] – Bignoniaceae.** Rev. Bras. Plantas Med. v. 10, n. 4, p. 37-42, 2008.

SHIVANNA, K. R; RANGASWAMY, N. S. **Tests for Pollen Viability.** Pollen Biology. p. 33-37, 1992.

SMITH, J. **Micro-propagation of the Gynea Lily: a report for the Rural Industries Research and Development Corporation.** Kingston: RIRDC. p. 59-, 2000.

SOUZA, A. S. et al. **Introdução à Micropropagação de Plantas.** Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura. p. 151-, 2006.

SOUZA, M. M; PEREIRA, T. N. S; MARTINS, E. R. **Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa degener*).** Ciênc. Agrotéc. v. 26, n. 6, p. 1209-1217, 2002.

SULUSOGLU, M; CAVUSOGLU, A. **In vitro pollen viability and pollen germination in cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.).** Sci. World J. p. 1-7, 2014.

THUZAR, M. et al. **Efficient and rapid plant regeneration of oil palm zygotic embryos cv. 'Tenera' through somatic embryogenesis.** Acta Physiol. Plant. v. 33, p. 123–128, 2011.

VELOSO, C. C. et al. ***Pyrostegia venusta* attenuate the sickness behavior induced by lipopolysaccharide in mice.** J. Ethnopharmacol. v. 132, n. 1, p. 355-358, 2010.

VERDEIL, J. L. et al. **Pluripotent versus totipotent plant stem cells: dependence versus autonomy?** Trends Plant. Sci. v. 12, p. 245–252, 2007.

WU, J; LIN, L. **Ultrasound-induce stress response of *Panax ginseng* cells: enzymatic browning and phenolics production.** Biotech. v. 18, p. 862–865, 2002.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**JOSÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR** é doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). 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.

**LENIZE BATISTA CALVÃO** é pós-doutoranda na Universidade Federal do Pará (UFPA). Doutora em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Possui experiência com avaliação de impactos antropogênicos em sistemas hídricos do Cerrado mato-grossense, utilizando a ordem Odonata (Insecta) como grupo biológico resposta. Atualmente desenvolve estudos avaliando a integridade de sistemas hídricos de pequeno porte na região amazônica, também utilizando a ordem Odonata como grupo resposta, com o intuito de buscar diretrizes eficazes para a conservação dos ambientes aquáticos.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Análise sensorial 102, 115  
Atividade antioxidante 32, 42

### B

Bamburral 26  
*Bauhinia variegata* 7, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20  
Biotecnologia 130, 138, 169, 194  
Biotério 72, 79, 80

### C

Ciência 19, 20, 21, 23, 24, 32, 35, 60, 69, 138, 139, 168, 171, 172, 173, 182, 202  
Compostos orgânicos 21  
Criopreservação 12, 14, 16, 17, 18  
Cultivo *in vitro* 128

### D

Digestão *In Vitro* 35

### E

Educação 21, 23, 24, 62, 63, 68, 69, 95, 100, 116, 118, 127, 140, 141, 147, 152, 173, 175, 181, 182  
Embriogênese somática 201  
Enteroparasitoses 140, 141, 152

### H

Histologia 81

### L

*Lippia origanoides* 53, 54, 55, 59

### M

Microcrustáceos 26

### O

Ocimum sp 8, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51  
Odonata 1, 2, 3, 7, 8, 204  
Óleo de coco extravirgem 102  
Orientação sexual 9, 116

## P

Parasitologia 87, 88, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 140, 143, 144, 147, 148, 149, 152

*Phragmatopoma caudata* 8, 81, 82, 83

Pimentas 154, 170

Plantas medicinais 33, 60, 192

*Pyrostegia venusta* 10, 194, 195, 197, 199, 200, 201, 202, 203

## S

Saúde 42, 43, 44, 46, 51, 54, 61, 63, 68, 69, 80, 89, 90, 100, 101, 114, 115, 140, 141, 147, 151, 152, 169, 184, 191

## V

Valor nutritivo 154

## Z

Zygoptera 1, 2, 3, 4, 6, 7

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-525-9

