



A Produção do Conhecimento nas Ciências Biológicas

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

 **Atena**
Editora

Ano 2019

José Max Barbosa de Oliveira Junior
(Organizador)

A Produção do Conhecimento nas Ciências Biológicas

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P964 A produção do conhecimento nas ciências biológicas [recurso eletrônico] / Organizador José Max Barbosa de Oliveira Junior. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-279-1

DOI 10.22533/at.ed.791192504

1. Ciências biológicas. 2. Biologia – Pesquisa – Brasil. I. Oliveira Junior, José Max Barbosa de.

CDD 574

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*A produção do Conhecimento nas Ciências Biológicas*” consiste de uma série de livros de publicação da Atena Editora. Com 21 capítulos o volume I apresenta uma visão holística e integrada da grande área das Ciências Biológicas, com produção de conhecimento que vai de biologia molecular à biologia da conservação. Assim, os conhecimentos apresentados nos capítulos permeiam distintas temáticas dessa área, como: biotecnologia, semicondutores, avaliação físico-química, controle de proliferações, atividade celulolítica, diversidade e taxonomia, jogos didáticos e ensino de biologia, educação ambiental, saúde e qualidade de vida e restauração ecológica.

Essa amplitude de conhecimento é bem inerente às Ciências Biológicas, afinal, são tais ciências (biologia geral, genética, botânica, zoologia, ecologia, morfologia, fisiologia, bioquímica, biofísica, farmacologia, imunologia, microbiologia e parasitologia) que buscam entender as interações dos/entre diferentes seres vivos e também com o ambiente em que vivem, identificando os padrões de comportamento de cada um deles em relação as mais variadas condições ambientais e atividades antrópicas.

Recentemente o renomado pesquisador Dr. Leandro Juen fez uma afirmativa extremamente coerente e condizente com a real situação da ciência no mundo: “*nossa capacidade de gerar conhecimento é bem menor do que a velocidade da alteração e da degradação ambiental*” e, em consequência disso, muitas espécies e formas eficazes de ensino serão perdidas até mesmo antes do conhecimento de suas existências/ funções pela ciência. Essa assertiva nos faz pensar o quanto não somente a ciência aplicada, mas também a básica, são fundamentais para amenizarmos essa situação. E “*a produção do conhecimento nas Ciências Biológicas*” traz ciência: da básica à/e/ou aplicada. Assim, inspirado em um artigo de Courchamp et al. (2015), convidamos todos a refletirem sobre a importância que a ciência básica exerce na “base” da produção de conhecimento, ou seja, estudos básicos são fundamentais para entendermos o nosso complexo mundo biológico.

Mesmo que historicamente o financiamento para pesquisas básicas tenha sido em níveis inferiores aos de outras grandes categorias de pesquisa, arrisco dizer que, possivelmente poucas pesquisas na edição desse livro tiveram grande financiamento, mas que, no entanto, os 21 capítulos do livro trazem pautas de grande relevância (na área de Ciências Biológicas) para toda comunidade acadêmico-científica e sociedade civil, auxiliando na promoção de uma ciência básica e/ou aplicada de qualidade, e no estabelecimento de uma base técnica, científica e educacional acessível a todos os segmentos e atores envolvidos na área ambiental, como forma de subsidiar ações de políticas públicas, administrativas, educacionais e de conservação de maneira geral.

Por fim, convidamos todos os leitores a mergulharem no misto de boas informações que o livro traz, e que, o mesmo possa atuar como um veículo adequado para difundir e ampliar o conhecimento em Ciências Biológicas, com base nos resultados aqui dispostos. Ademais, esperamos que os mesmos resultados sejam fontes inspiradoras

para que jovens estudantes/pesquisadores(as) continuem descobrindo, criando, aperfeiçoando e contribuindo na geração de novas tecnologias e conhecimento em Ciências Biológicas, proporcionando uma ampliação das ações científicas e educacionais realizadas em prol de uma causa maior “o equilíbrio entre homem e meio ambiente”. Considerem nesse momento “meio ambiente” como um termo amplo, maleável e multifacetado, que envolve não somente as esferas “biológica” e “física”, mas também o componente antrópico (sociedade - economia, cultura, dentre outros) e todas as dinâmicas das relações que se estabelecem em todas essas esferas.

A todos(as), uma excelente leitura!

José Max Barbosa de Oliveira Junior

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS POR <i>Trichoderma harzianum</i> IOC 3844	
Sabrina Marques Rios Marcelo Chuei Matsudo Joyce Elise de Campos Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.7911925041	
CAPÍTULO 2	9
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE AMILASES POR <i>Aspergillus awamori</i> IOC 4142	
Joyce Elise de Campos Pinto Sabrina Marques Rios Marcelo Chuei Matsudo	
DOI 10.22533/at.ed.7911925042	
CAPÍTULO 3	16
IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DA INTOLERÂNCIA À LACTOSE	
Maria Cristina Modesto Clementino Eliane Papa Ambrosio Albuquerque	
DOI 10.22533/at.ed.7911925043	
CAPÍTULO 4	22
PRODUÇÃO DE LEVANA E SUA APLICAÇÃO EM COSMÉTICOS	
Reginara Teixeira da Silva Gabrielly Terassi Bersaneti Audrey Alesandra Stingham Garcia Lonni Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi	
DOI 10.22533/at.ed.7911925044	
CAPÍTULO 5	36
SÍNTESE E PURIFICAÇÃO DA FTALOCIANINAS DE COBRE	
Carlos Alberto Mitio Hirano Paulo Sergio Calefi	
DOI 10.22533/at.ed.7911925045	
CAPÍTULO 6	41
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MANGA EM CALDA ELABORADA COM A VARIEDADE <i>Tommy atkins</i>	
Ana Paula Costa Câmara Érica Braga de Sousa Vieira Cristiane Rodrigues de Araújo Penna Robson Rogério Pessoa Coelho Íris Braz da Silva Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.7911925046	

CAPÍTULO 7	57
EVALUATION OF THE EFFECT OF INSETICIDES ON THE INTESTINAL MICROBIOTA OF <i>Culex quinquefasciatus</i>	
José Márcio Gomes Fernandes Adriano Guimarães Parreira Stênio Nunes Alves	
DOI 10.22533/at.ed.7911925047	
CAPÍTULO 8	67
PRODUÇÃO DE CELULASES POR FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS NO NORTE DE MINAS GERAIS CULTIVADOS EM MEIO DE CULTURA CONTENDO RESÍDUOS DE BANANEIRA	
Adriele Mercia Alves Santos Barbhara Mota Marinho Vivian Machado Benassi	
DOI 10.22533/at.ed.7911925048	
CAPÍTULO 9	73
TABELA TAXONÔMICA SIMPLIFICADA PARA IDENTIFICAÇÃO DE VETORES DA FEBRE MACULOSA PRESENTES NO ESTADO DO TOCANTINS	
Mariana Antunes Fiorotto de Abreu Bruna Silva Resende André Moreira Rocha Tássia Silva Resende Rafaella Antunes Fiorotto de Abreu Josefa Moreira do Nascimento-Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.7911925049	
CAPÍTULO 10	89
HIPÓTESES EXPLICATIVAS PARA OCORRÊNCIA DE ALTERAÇÕES TERATOLÓGICAS EM DIATOMÁCEAS (<i>Bacillariophyceae</i>)	
Cinthia Coutinho Rosa Favaretto Camila Akemy Nabeshima Aquino Liliane Caroline Servat Norma Catarina Bueno	
DOI 10.22533/at.ed.79119250410	
CAPÍTULO 11	95
O ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DESTACANDO A PRESERVAÇÃO DA <i>Araucaria angustifolia</i>	
Patricia Bachniuk Kloc Bruna Maria Caznok Adriane Rodrigues de Moraes Leite Vilcinéia Leszak Silmara Ap. Meira Bandeira Fabiane Fortes	
DOI 10.22533/at.ed.79119250411	

CAPÍTULO 12	105
ENSINANDO EVOLUÇÃO COM O ZOOLOGICO: USO DE ESPAÇO NÃO FORMAL PARA O ENSINO	
Hudson Rodrigo da Cruz Monteiro	
Ananda Souza Lima	
Manoela Volkweis Lombardi	
Davi Rios Valdez	
Natasha Araújo Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.79119250412	
CAPÍTULO 13	111
JOGO DIDÁTICO: DESCOBRINDO AS AVES	
Alan Marques Galdino	
Henrique Rezende Untem	
Maria Aparecida de Sousa Perrelli	
DOI 10.22533/at.ed.79119250413	
CAPÍTULO 14	123
DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA A CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS ENDÊMICAS DE <i>Schistosoma mansoni</i> NO BRASIL	
Davi Viegas Melo	
Guilherme Silva Miranda	
João Gustavo Mendes Rodrigues	
Arthur Cantanhede Lima	
Neuton Silva Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.79119250414	
CAPÍTULO 15	131
JÚRI SIMULADO INTERDISCIPLINAR E A SALA DE AULA: TRABALHANDO O PROTAGONISMO E A AUTONOMIA DO EDUCANDO	
Alessandra Martino Ramos de Medeiros	
Rodrigo de Mello	
Lenise Aparecida Martins Garcia	
DOI 10.22533/at.ed.79119250415	
CAPÍTULO 16	139
ROSCA, A RECEITA DE APRENDIZAGEM EM AULAS SOBRE FERMENTAÇÃO: UMA EXPERIÊNCIA EM SALA DE AULA DO ENSINO MÉDIO	
Ana Isabel Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.79119250416	
CAPÍTULO 17	142
PRINCIPAIS MOTIVOS LIGADOS A QUEDA EM IDOSOS NO MUNICÍPIO DE CRUZ ALTA/RS	
Giovani Sturmer	
Nathália Arnoldi Silveira	
Mylene Stefany Silva Dos Anjos	
Fabiana de Cássia Romanha Sturmer	
DOI 10.22533/at.ed.79119250417	

CAPÍTULO 18	148
UNIVERSIDADE VERSUS EDUCAÇÃO BÁSICA: O DIÁLOGO ENTRE PROFESSORES EM FORMAÇÃO E ESTUDANTES QUE PODEM APRENDER SAÚDE	
Samuel Santos Braga Hermann Vanesca Viana de Oliveira Liziane Martins	
DOI 10.22533/at.ed.79119250418	
CAPÍTULO 19	153
AValiação CLÍNICA EM SERPENTES CATIVAS NO CENTRO DE REABILITAÇÃO DE VIDA SILVESTRE EM GUADALAJARA, JALISCO – MÉXICO	
Marina Gonçalves Lima Fernanda de Cássia Gonçalves Alves Luiz Humberto Guimarães Riquelme Junior Daniely Ayabe Curcio Magyda Arabia Araj Dahroug Moussa Paula Helena Santa Rita	
DOI 10.22533/at.ed.79119250419	
CAPÍTULO 20	169
SMART CEMETERY (NECROPOLIS) PARA SMART CITY	
Josilaine Aparecida da Silva Thais Cristina Silva Ferreira Paulo Sergio de Sena	
DOI 10.22533/at.ed.79119250420	
CAPÍTULO 21	179
UTILIZAÇÃO DE PLANTAS NATIVAS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM UM TRECHO DE ECOSSISTEMA DE RESTINGA	
Suelen Rodrigues da Conceição Christiano Marcelino Menezes Laila Nazem Mourad	
DOI 10.22533/at.ed.79119250421	
SOBRE O ORGANIZADOR	188

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENZIMAS CELULOLÍTICAS POR *Trichoderma harzianum* IOC 3844

Sabrina Marques Rios

Universidade Federal de Itajubá, Instituto
Recursos Naturais
Itajubá-MG

Marcelo Chuei Matsudo

Universidade Federal de Itajubá, Instituto
Recursos Naturais
Itajubá-MG

Joyce Elise de Campos Pinto

Universidade Federal de Itajubá, Instituto
Recursos Naturais
Itajubá-MG

RESUMO: Este projeto visa produzir enzimas celulases pelo fungo *Trichoderma harzianum* IOC 3844, cultivado em diferentes meios e condições, para posterior realização de hidrólise enzimática de biomassa microalgal, que pode servir de substrato para produção de biocombustíveis de terceira geração. Inicialmente, foi realizada a reativação e determinação de um meio padrão de cultivo para o fungo. Em seguida, selecionaram-se possíveis meios para induzir a produção enzimática, testando dois tipos de substratos, o bagaço de cana-de-açúcar e carboximetilcelulose, combinados a duas fontes de nutrientes diferentes, testados em dois tempos de cultivo, 96 e 168 horas, ambos com pH inicial entre 5 e 5,5, temperatura entre 30 e 32°C e agitação de

120 rpm. Os resultados de atividade enzimática foram analisados estatisticamente por ANOVA e Teste de Tukey, determinando o meio de carboximetilcelulose associado à solução salina como melhor condição, com atividade enzimática de, em média, 0,100 U.mL⁻¹ para celulases totais.

PALAVRAS-CHAVE: *Trichoderma harzianum*, celulases, produção enzimática, biocombustível.

ABSTRACT: This project aims to produce enzymes by the fungus *Trichoderma harzianum* IOC 3844, grown in various medium and conditions, for subsequent enzymatic hydrolysis of microalgae biomass, which can serve as substrate for the production of third generation biofuels. Initially, the reactivation and determination of a standard culture medium for the fungus were performed. Then, the selection of a medium to induce an enzymatic production was made by testing two types of substrates, sugarcane bagasse and carboxymethylcellulose, combined with two different nutrient sources, tested at two culture times, 96 and 168 hours, both in initial pH between 5 and 5.5, temperature between 30 and 32°C and agitation of 120 rpm. The results of the enzymatic activity were statistically analyzed through ANOVA and Tukey's test, determining the carboxymethylcellulose medium associated to the saline solution as best condition, with an

enzymatic activity of, in average, 0,100 U.mL⁻¹ for total cellulases.

KEYWORDS: *Trichoderma harzianum*, cellulases, enzyme production, biofuels.

1 | INTRODUÇÃO

Os fungos são microrganismos largamente explorados industrialmente e têm grande utilidade na produção de alimentos, na indústria farmacêutica e no tratamento biológico de efluentes, além de sua importância agrícola e ecológica, auxiliando na manutenção do equilíbrio do ambiente, decompondo restos vegetais e auxiliando no crescimento de plantas (Abreu et al., 2014). Fungos filamentosos são muito utilizados industrialmente na produção de enzimas hidrolíticas. As espécies de *Trichoderma* são conhecidas por sua alta capacidade de adaptação e crescimento nos mais diversos meios, o que reflete na sua grande utilidade industrial. A *Trichoderma harzianum* espécie é frequentemente encontrada em materiais celulósicos e, portanto, espera-se que seja uma grande produtora de enzimas celulolíticas. Atualmente, muitos estudos vêm sendo realizados para otimizar a produção de celulases por fungos do gênero *Trichoderma*, e um dos maiores produtores desta enzima no mercado é a espécie *Trichoderma reesei* (Florencio, 2011).

Naturalmente, os fungos filamentosos produtores de celulases sintetizam estas enzimas com o objetivo de degradar material celulósico, como madeira, como forma de obtenção de carbono, considerando que são microrganismos que vivem associados a ambientes ricos em celulose. O mecanismo de ação das celulases na degradação de celulose ocorre por sinergia entre os três principais tipos dessa enzima: endocelulases (endoglucanases), exocelulases (exoglucanases) e β -glicosidases. As endoglucanases são responsáveis por iniciar a hidrólise atacando a região amorfa da molécula de celulose, liberando novas extremidades, diminuindo o grau de polimerização da molécula e aumentando sua solubilidade. As exoglucanases, por sua vez, atuam sobre extremidades livres da molécula, liberando celobioses (celobiohidrolases) ou monômeros de glicose (celodextrinases). As celobiohidrolases são as enzimas exoglucanases mais comuns e são responsáveis por tornar as partes cristalinas da molécula de celulose em amorfas, o que aumenta a área de contato para a ação enzimática. As β -glicosidases atuam nos terminais apenas de celobioses e celodextrinas, gerando monômeros de glicose (Rodrigues, 2014). Entender esse mecanismo de ação é de extrema importância para a determinação de atividade enzimática em testes de produção em laboratório.

Como a celulose é um composto extracelular para o fungo e não é assimilada por ele em sua forma polimérica, as enzimas celulases produzidas por esses fungos são excretadas no meio. Este fato é de grande importância para a produção biotecnológica de enzimas celulolíticas, pois diminui o custo de produção, uma vez que não será necessária nenhuma etapa adicional de extração das enzimas (rompimento celular,

por exemplo), e determina que meios artificiais para indução de produção de celulases devem ser ricos em celulose.

O presente trabalho visa avaliação da produção de enzimas hidrolíticas a partir do fungo filamentoso *Trichoderma harzianum*, para possibilitar posterior hidrólise enzimática da biomassa microalgal.

2 | METODOLOGIA

Reativação e Cultivo do Fungo

A reativação do fungo (IOC 3844), cedido pela Fundação Oswaldo Cruz, foi realizada conforme as instruções fornecidas pela própria instituição. A determinação de um meio de cultivo padrão foi realizada através da seleção de cinco meios testes, sendo dois líquidos e três em estado sólido: Extrato de levedura e Extrato de malte, formulados por Pinheiro (2015), Ágar malte 2%, de acordo com Pereira (2012), e dois meios industrialmente preparados, meio Sabouraud e meio Ágar Batata Dextrose (BDA).

Os tubos contendo suspensão de líofilos foram incubados por 25 dias à temperatura ambiente, sob radiação luminosa. Após esse primeiro cultivo de reativação, realizaram-se dois repiques até que se determinasse o meio de cultivo padrão. Com o meio padrão já determinado, foram realizados repiques periódicos, a cada 30 dias aproximadamente, apenas no meio padrão e sob as mesmas condições iniciais, até o final da pesquisa.

Produção Enzimática

Foram testados, inicialmente, quatro diferentes meios de produção enzimática. Os dois primeiros são alguns dos meios com melhores resultados obtidos por Silva et al. (2009), o primeiro se trata do substrato Carboximetilcelulose como fonte de carbono associado a proteína de soja, como fonte de nutrientes, o segundo utiliza Bagaço de cana como fonte de carbono, também associado a proteína de soja. O terceiro meio de produção enzimática foi preparado com base no meio definido por Sales et al. (2010), que consiste na utilização do bagaço de cana-de-açúcar como substrato, concentração de 1% por apresentar melhores resultados no mesmo experimento, associado a uma solução salina responsável por fornecer os macro e micronutrientes necessários ao desenvolvimento do microrganismo. A composição do meio é: 0,2 g.L⁻¹ KH₂PO₄; 0,13 g.L⁻¹ (NH₄)₂SO₄; 0,03 g.L⁻¹ CO(NH₂)₂; 0,03 g.L⁻¹ MgSO₄·7H₂O; 0,03 g.L⁻¹ CaCl₂·2H₂O; 0,5 mg.L⁻¹ FeSO₄·7H₂O; 0,156 mg.L⁻¹ MnCl₂; 0,14 mg.L⁻¹ ZnSO₄·7H₂O; 0,14 mg.L⁻¹ CoCl₂·6H₂O; 10 g.L⁻¹ bagaço de cana-de-açúcar.

O quarto meio testado foi formulado pelo presente trabalho e segue a lógica de utilização de uma fonte de carbono associado a uma fonte de nutrientes. Através de uma união entre as duas referências utilizadas, idealizou-se a utilização de

carboximetilcelulose como fonte de carbono associado a solução salina do meio anterior como fonte de nutrientes e, para tanto, a concentração de substrato utilizada também foi de 1%.

O bagaço de cana-de-açúcar utilizado na preparação dos meios foi processado em laboratório, conforme Sales et al (2010), através de moagem em multiprocessador doméstico. Após preparados, corrigiu-se o pH de todos os meios para entre 5 e 5,5, e os mesmos foram esterilizados em autoclave.

Para preparo do inóculo do fungo da espécie , realizou-se cultivo em placa de Petri contendo meio ágar malte (Pereira, 2012). Cinco discos de micélio de 1,2 cm de diâmetro foram inoculados em frascos de Erlenmeyer de 250 mL contendo 25 mL de meio (Ebinuma, 2013). Foram testados dois períodos de cultivo: 96 horas (Silva et al, 2009) e 168 horas (Ebinuma, 2013), ambos com temperatura entre 30 e 32°C, com pH inicial entre 5 e 5,5 e agitação de 120 rpm.

Determinação de Atividade Enzimática

Após o tempo de cultivo, as amostras foram centrifugadas a 3500 rpm por 5 minutos e o sobrenadante obtido foi utilizado como extrato para os testes de determinação da atividade de celulasas totais, endoglucanases e exoglucanases. Em todos esses testes utilizou-se uma solução tampão citrato de sódio, preparada conforme Dorigan et al. (2016). O teste para determinação da atividade de celulasas totais seguiu a metodologia descrita por Ghose (1987), utilizando filtro de papel Whatman No. 1 em tiras de 6 cm X 1 cm, cortadas em pedaços de 1 cm x 1cm como substrato. O testes enzimáticos de endoglucanases foi realizado conforme o ensaio de Ghose (1987), utilizando carboximetilcelulose como substrato. Para a realização dos testes enzimáticos de exoglucanases, seguiu-se a metodologia utilizada por Mawadza et al. (2000), utilizando a solução substrato e o tempo de reação determinados por Sales et al. (2010).

Avaliação Estatística da Produção de Enzimas

Os cultivos em diferentes meios para produção de enzimas foram realizados em triplicata e os resultados de atividades enzimáticas foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de TuKey, a fim de verificar a existência de diferenças significativas entre as variáveis estudadas, ao nível de 95% de confiança ($p \leq 0,05$) utilizando o software Minitab 17.

3 | RESULTADOS

Reativação e Cultivo do Fungo

A reativação do fungo *Trichoderma harzianum* se deu perfeitamente em todos os cinco meios testados. Dessa forma, a determinação de um meio de cultivo padrão foi feita após três cultivos, considerando maior crescimento aparente e, principalmente,

o meio que apresentasse maior flexibilidade. O crescimento se deu muito bem nos meios sólidos Sabouraud e Ágar Malte. No meio BDA, entretanto, o microrganismo não se desenvolveu muito bem. Nos meios líquidos, o fungo apresentou melhor desenvolvimento aparente no meio Extrato de Malte, em relação ao Extrato de Levedura. Dessa forma, selecionou-se os meios à base de malte como principais para continuação da pesquisa, sendo o Ágar Malte o principal meio utilizado e o Extrato de Malte como meio auxiliar, para ser utilizado na produção enzimática, caso necessário.

Determinação de atividade enzimática

Através dos testes de atividade de celulases totais, endo e exoglucanases, foi possível construir curvas padrão, cuja equação fornece a concentração de açúcares redutores na amostra de acordo com a absorbância apresentada. A partir da concentração de açúcares redutores (ART) em $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, foi possível calcular a atividade enzimática (ATV) das amostras de acordo com a equação (1) a seguir:

$$ATV = \frac{ART \times V_{total} \times d}{t \times V_{enzima} \times MM_{glicose}} \quad (1)$$

Onde V_{TOTAL} é o volume reacional total presente no tubo, ou seja, o volume de substrato somado ao volume de solução enzimática (V_{ENZIMA}), ambos em mL, t é o tempo de reação, d é o fator de diluição e $MM_{GLICOSE}$ é a massa molar da glicose. Para todas as atividades enzimáticas, uma unidade (U) equivale à quantidade de enzima para formar $1 \mu\text{mol}$ de glicose por minuto de reação (Sales et al., 2010).

Avaliação da produção enzimática

Com os dados obtidos através do cálculo de atividades enzimáticas foi possível realizar ANOVA (Análise de variância) e teste de Tukey de diferença estatisticamente significativa. Neste caso adotou-se um intervalo de confiança de 95%. Os quadros aqui avaliados foram os meios de produção enzimática, e os valores comparados foram as médias aritméticas apresentadas em cada ensaio (realizado em triplicata). Vale ressaltar que para essa análise, os dados com valores negativos foram zerados. Os valores negativos significam que a Absorbância apresentada pela amostra é tão baixa que não é contemplada no intervalo de absorbâncias para o qual a curva foi construída, o que acarreta num valor não confiável de atividade enzimática.

Meio	Atividade Celulases Totais em U/mL	
	96 h	168 h
CMC + PS	0,000±0,000 ^A	0,000±0,000 ^B
CMC + SSAL	0,096±0,063 ^A	0,100±0,010 ^A
BCA + PS	0,000±0,000 ^A	0,002±0,003 ^B
BCA + SSAL	0,006±0,009 ^A	0,035±0,044 ^{AB}
Meio	Atividade Endoglucanases em U/mL	
	96 h	168 h
CMC + PS	0,096±0,073 ^A	0,387±0,501 ^A
CMC + SSAL	0,434±0,019 ^A	0,590±0,097 ^A
BCA + PS	0,032±0,001 ^A	0,054±0,038 ^A
BCA + SSAL	0,565±0,291 ^A	0,300±0,078 ^A
Meio	Atividade Exoglucases em U/mL	
	96 h	168 h
CMC + PS	0,000±0,000 ^A	0,433±0,606 ^A
CMC + SSAL	0,098±0,138 ^A	0,015±0,021 ^A
BCA + PS	0,000±0,000 ^A	0,870±1,230 ^A
BCA + SSAL	0,006±0,009 ^A	0,000±0,000 ^A

Tabela 1. Atividades enzimáticas obtidas em 96h e 168h nos diferentes meios avaliados.

Fonte: autor.

Legenda: CMC: Carboximetilcelulose; PS: Extrato de proteína de soja; SSAL: Solução salina de acordo com Sales et al. (2010); BCA: Bagaço de cana-de-açúcar.

^{AB} Valores que não compartilham letra são significativamente diferentes de acordo com o teste Tukey ($P > 0,05$)

A Tabela 1 apresenta os valores das médias aritméticas e desvio padrão dos ensaios de atividade enzimática para cada meio de produção enzimática testado e as respectivas análises de variância e Teste de Tukey. O teste foi realizado por colunas e, dentro destas, os valores que apresentam letras iguais não têm diferença estatisticamente significativa entre si.

4 | DISCUSSÃO

Como é possível perceber na Tabela 1, o único teste que apresentou resultado relevante foi o de celulases totais, para o qual, no cultivo de 168 horas, o meio contendo Carboximetilcelulose combinado à solução salina empregada por Sales et al. (2010) foi o único que apresentou diferença estatisticamente significativa com relação aos demais meios testados, embora não tenha apresentado diferença significativa com relação ao meio contendo bagaço de cana-de-açúcar associado à mesma solução salina, este último meio, porém, não apresentou diferença significativa com relação aos demais.

Nos demais testes, os diferentes meios não apresentam influencia etatisticamente

significativa sobre a produção de enzimas (endoglucanases e exoglucanases) de acordo com ANOVA ($p > 0,05$), o que torna os resultados inconclusivos para a determinação de um meio ideal. Dessa forma o meio contendo CMC associado à solução salina foi tomado como ideal, com base no resultado do teste de celulases totais, apenas. O tempo de cultivo de 168 horas também foi determinado ideal pela mesma razão.

O resultado apresentado pelo meio ideal foi de $0,100 \text{ U.mL}^{-1}$ de celulases totais, em média. Este valor é baixo quando comparado aos resultados apresentados pelo meio que associa carboximetilcelulose e proteína de soja nos testes de endoglucanases, de no máximo $0,45 \text{ U.mL}^{-1}$, realizados por Sales et al. (2010), por exemplo, que foi uma das referências para a produção enzimática no presente trabalho. Quando comparado à outra referência, de Silva et al. (2009), entretanto, o resultado é satisfatório e bem próximo do valor de atividade mais alto apresentado no mesmo teste destes autores, de $0,11 \text{ U.mL}^{-1}$, na concentração 1% de substrato, exatamente como utilizado nesta pesquisa. Dessa forma, embora o resultado apresentado seja satisfatório, seria importante avaliar outros parâmetros (como concentração de substrato, temperatura e pH) para aumentar a produção enzimática no meio escolhido como ideal.

Seriam interessantes também ensaios adicionais para se avaliar meio contendo bagaço de cana-de-açúcar como substrato associado à solução salina, já que foi o meio que apresentou resultados próximos ao meio padrão (média de $0,035 \text{ U.mL}^{-1}$ de celulases totais), porém, desta vez, realizando um pré-processamento do bagaço de cana-de-açúcar através de hidrólise ácida, como forma de aumentar a área de contato do substrato para o microrganismo.

5 | CONCLUSÕES

A produção de enzimas celulases por fungo *Trichoderma harzianum* foi testada em quatro meios diferentes, dois deles contendo bagaço de cana-de-açúcar como substrato e os outros dois com carboximetilcelulose como substrato. O meio contendo carboximetilcelulose associado à solução salina empregada por Sales et al. (2012), foi desenvolvido nesta pesquisa e apresentou os melhores resultados de atividade enzimática (média de $0,100 \text{ U.mL}^{-1}$ de celulases totais), sendo assim, foi escolhido como o meio ideal. Entretanto, a diferença entre os meios não foi tão grande e seria interessante variar outros parâmetros como concentração de substrato, temperatura e pH para otimizar a produção enzimática neste meio tomado como ideal. Outra maneira interessante de comprovar a superioridade produtiva do meio padrão seria comparar, novamente, a produção enzimática com o meio contendo bagaço de cana-de-açúcar como substrato associado à solução salina, já que foi o meio que apresentou resultados próximos ao meio padrão (média de $0,035 \text{ U.mL}^{-1}$ de celulases totais), porém, desta vez, realizando um pré-processamento do bagaço de cana-de-açúcar através de hidrólise ácida, como forma de aumentar a área de contato do substrato para o microrganismo.

6 | AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro, e ao técnico Paulo Sérgio Marques pelo apoio ao longo da pesquisa.

REFERÊNCIAS

Abreu, Jéssica A. S.; et al. Fungos de Interesse: Aplicações Biotecnológicas. Rev. Uningá, v. 21 (2015) 55-59.

Dorigan, Ana Maria A.; et al. Imuno-histoquímica. USP (2016)

Ebinuma, Valéria C. S. Produção e extração de colorantes naturais de *Penicillium purpurogenum* DPUA 1275.USP. 2013.

Florencio, Camila. Microrganismos produtores de celulases: seleção de isolados de *Trichoderma* spp. UFSCAR. 2011.

Ghose, T.K. Measurement of cellulase activities. Pure and Applied Chemistry, v.59, p.257-268, 1987.

Mawadza, C.; Hatti-kaul, R.; Zvauya, R.; Mattiasson, B. Purification and characterization of cellulases produced by two *Bacillus* strains. Journal of Biotechnology, v.83, p.177-187, 2000.

Pereira, Vanessa M. Avaliação de potencial enzimático de fungos filamentosos e otimização da produção de celulases por *Aspergillus sulphureus* (Fresen.) Whemer. UFLA. 2012

Pinheiro, Jessika B. Prospecção de fungos e meios de cultura alternativos para a produção de exopolissacarídeos. UFSJ. 2015

Rodrigues, Rosilene Souza. Produção, purificação e caracterização de celulases e hemicelulases do fungo da podridão branca PF-2. Universidade Federal de Viçosa. 2014.

Sales, Marília R.; et al. Variáveis que influenciam a produção de celulases e xilanase por espécies de *Aspergillus*. Rev. Pesq. agropec. bras. v. 45. Brasília. (2010) 1290-1296.

Silva, L.D.; Lopes, F.C.; Silveira, S.T.; Brandelli, A. Production of cellulolytic enzymes by *Aspergillus phoenicis* in grape waste using response surface methodology. Applied Biochemistry and Biotechnology, v.152, p.295-305, 2009.

AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE AMILASES POR *Aspergillus awamori* IOC 4142

Joyce Elise de Campos Pinto

Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI
Itajubá - MG

Sabrina Marques Rios

Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI
Itajubá - MG

Marcelo Chuei Matsudo

Universidade Federal de Itajubá- UNIFEI
Itajubá - MG

RESUMO: *Aspergillus awamori* é um microrganismo empregado na produção de enzimas como amiloglucosidase, alfa-amilase e protease. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de α -amilase e amiloglucosidase por *Aspergillus awamori*, IOC 4142, em diferentes meios por fermentação submersa (FSm) e em estado sólido (FES). Foram utilizados diferentes substratos: fécula de mandioca, farinha de milho, e biomassa da cianobactéria *Arthrospira platensis*. Nos ensaios realizados para atividade enzimática de α -amilase não houve diferença estatisticamente significativa entre os meios estudados. Para produção de amiloglucosidase, porém, foi possível observar que as melhores condições para produção foram em meio em FES, com fécula de mandioca como substrato e bagaço de cana-de-açúcar como suporte, apresentando atividade enzimática de 4,957 U.mL⁻¹ e FSm, com farinha de milho como

substrato e suplementação de sais Khanna [20x], com atividade de 5,890 U.mL⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Biocombustível, Microalga, *Aspergillus awamori*, α -Amilase, Amiloglucosidase.

ABSTRACT: *Aspergillus awamori* is a microorganism used in the production of enzymes such as amyloglucosidase, alpha-amylase, and protease. The objective of this study was to evaluate the production of α -amylase and amyloglucosidase by *Aspergillus awamori*, IOC 4142, in different culture media by submerged fermentation (SF) and solid state fermentation (SSF). Different substrates were used: manioc starch, corn flour, and biomass of the cyanobacterium *Arthrospira platensis*. In the assays performed for α -amylase activity, there was no statistically significant difference between the culture media studied. For amyloglucosidase production, however, it was possible to observe that the best conditions for production were in SSF media, with manioc starch as substrate and sugarcane bagasse as support, presenting enzymatic activity of 4.957 U.mL⁻¹, and SF, with corn flour as substrate and Khanna salt supplementation [20x], with activity of 5,890 U. mL⁻¹.

KEYWORDS: Biofuel, Microalgae, *Aspergillus awamori*, α -Amylase, Amyloglucosidase.

1 | INTRODUÇÃO

As enzimas apresentam três características em comum: são proteínas, são catalisadores e possuem seletividade nos diversos substratos (DAMODARAM et al., 2010). De maneira geral, a especificidade enzimática permite que cada enzima possua um substrato específico, como por exemplo as amilases, que são enzimas responsáveis pela quebra do amido atuando nas ligações glicosídicas presentes nas cadeias de amilose e amilopectina (SOARES et al., 2010).

Das várias diversas enzimas que são produzidas, as amilases são amplamente estudadas devido à importância da hidrólise do amido para aplicações nas indústrias alimentícias, têxtil e de papel (Gupta et al. 2003; Pandey et al. 2005).

Pandey et al (2005) definem α -amilase como sendo uma enzima capaz de quebrar as ligações α (1,4) de polissacarídeos que contém três ou mais unidades de D-glucose em união α -1,4. A amiloglucosidase, conhecida também como glucoamilase, é uma exoenzima que catalisa a reação de hidrólise das ligações α -1,4 e α -1,6 das extremidades não redutoras do amido, convertendo-o em glicose (NATARAJAN 1996).

O *Aspergillus awamori* é um microrganismo amplamente utilizado industrialmente para a produção de enzimas como amiloglucosidase, alfa-amilase e protease, podendo excretar mais de 20 g.L⁻¹ de amiloglucosidase. Cita-se como vantagem também que esse microrganismo é considerado seguro, não tóxico e não patogênico para a fabricação de produtos alimentícios destinados ao consumo humano (CUI et al., 1998).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de α -amilase e amiloglucosidase por *Aspergillus awamori* IOC 4142 em meios com diferentes substratos. Essa produção de enzimas amilolíticas faz parte de um projeto para avaliar a hidrólise de biomassa de microrganismos fotossintetizantes, como a cianobactéria *Arthrospira platensis*, para produção de biocombustível de terceira geração.

2 | METODOLOGIA

Micro-organismo

Aspergillus awamori (IOC 4142), fungo filamentoso, foi cedido gentilmente pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), na forma liofilizada.

Reativação de Liófilos

Adicionou-se 0,5 ml de água purificada estéril no interior da ampola que continha os fungos na forma liofilizada. Para reidratação a ampola foi levemente agitada e, em seguida, deixada em repouso por 30 minutos, antes da transferência para o meio de cultura. Os sedimentos foram ressuspensos sendo homogeneizados. E então a suspensão foi transferida para as placas contendo o meio de cultura.

Preparo de inóculo de *Aspergillus awamori*

O fungo cresceu por 7 dias em placas de petri contendo meio malte-ágar 2% (2g de extrato de malte e 2g de ágar em 100 ml de água destilada).

Fermentação em estado sólido (FES)

O processo fermentativo em estado sólido ocorreu em frascos de Erlenmeyer de 250 ml, tendo bagaço de cana-de-açúcar como suporte. Para tanto, o bagaço de cana-de-açúcar foi submerso em água quente, seco em estufa e moído em processador doméstico (SPIER, 2005).

Os frascos de Erlenmeyer foram compostos seguindo Spier (2005): adicionou-se 5 g de substrato, 2,5 g de bagaço de cana-de-açúcar (proporção 2 de substrato: 1 de suporte), 0,5 g de NaNO₃, 1,5 de solução salina e 100 mL de água destilada.

Dois substratos foram testados: fécula de mandioca (marca Amafil) e biomassa da cianobactéria *Arthrospira platensis*, seca e pulverizada.

A solução salina é composta por: 0,4 g/L de ZnSO₄·7H₂O, 2,5 g/L de MgSO₄, 1,5 g/L KH₂PO₄ e 1000 ml. Os meios foram inoculados com 4 discos de micélio do fungo *Aspergillus awamori* crescido em meio malte-ágar 2%. Adicionalmente, testou-se a adição de 0,25g de CaCO₃. O pH inicial foi ajustado para 4,0.

A fermentação foi incubada a 30° C por 60 horas. Ao final da fermentação, as enzimas foram recuperadas adicionando-se 50 ml de água destilada ao meio FES, essa solução foi filtrada para remoção dos sólidos obtendo-se um extrato claro. O extrato obtido foi centrifugado a 3000 rpm durante 15 minutos e o sobrenadante foi utilizado para se determinar a atividade enzimática.

Fermentação submersa (FSm)

Os processos fermentativos em meio líquido ocorreram em frascos de Erlenmeyer de 250 ml. Empregou-se meio conforme Khanna et al. (1995): 0,1 g de extrato de levedura, 1 g de farinha de milho (marca usada: ki-flor), 5 ml de solução de sais de Khanna [20x] em 100mL de água destilada.

A solução de sais de Khanna [20x] é composta por: 2g de NH₄NO₃, 1,3g de KH₂PO₄, 0,0362g de MgSO₄·7H₂O, 0,098g de KCl, 0,007g de ZnSO₄·H₂O, 0,0138g de MnSO₄·H₂O, 0,0066g de Fe₂(SO₄)₃·6H₂O, 0,0062g de CuSO₄·5H₂O em 100 ml de água destilada.

Testou-se também a substituição de farinha de milho por biomassa da cianobactéria *Arthrospira platensis*.

Os meios foram inoculados com 4 discos micélio do fungo *Aspergillus awamori* crescido em meio malte-ágar 2% por 7 dias.

As fermentações ocorreram durante 72 horas, temperatura de 40° C e pH inicial de 6,5. Ao final da fermentação, as enzimas foram recuperadas centrifugando-se o meio obtido na FSm a 3000 rpm durante 15 minutos e o sobrenadante foi utilizado para se determinar a atividade enzimática.

Medida da atividade α -amilase

A atividade da α -amilase foi medida seguindo o método citado por Spier (2005): 0,2 ml do sobrenadante contendo enzima foi misturada a 1,6 ml de uma solução de amido de mandioca solúvel de concentração 10 g/l, em tampão fosfato (pH 6,5) (SAUCEDO-CASTAÑEDA et al, 1992). A incubação foi conduzida a 40°C por: 0, 10, 20 e 30 min. Após os tempos de incubação, as reações foram interrompidas pela adição de 0,2 ml de NaOH 1M.

A determinação do amido consumido é inferida pela quantificação do amido remanente por meio de um método colorimétrico que se baseia na coloração azul desenvolvida quando há a formação do complexo amido-iodo (SOCCOL, 1992). 0,3 ml da solução composta por solução de amido e enzima é misturada com 7,2 ml de solução iodo-iodeto para leitura de absorvância em comprimento de onda de 620 nm. Uma reta padrão foi elaborada correlacionando absorvância e concentração de amido (Spier, 2006). Uma unidade (U) de α -amilase é definida como a quantidade de enzima capaz de hidrolisar 10 mg de amido em 30 minutos (PANDEY et al, 2005).

Medida da atividade de amiloglucosidase

A atividade de amiloglucosidase é determinada através da liberação de açúcares redutores, pela reação com o ácido 3,5 dinitrosalicílico, dosados pelo método DNS (MILLER, 1959). Uma unidade de amiloglucosidase é definida como a quantidade de enzima capaz de liberar 1 μ mol de açúcar redutor, expresso como glicose, por minuto (ALAZARD & RAIMBAULT, 1981).

Análise Estatística

Os ensaios de cultivos e análises foram realizados em duplicata para tratamento dos dados por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, a fim de verificar a existência de diferenças significativas entre as variáveis estudadas, ao nível de 95% de confiança ($p \leq 0,05$), utilizando o software Minitab 17.

3 | RESULTADOS

	MEIO	α - amilase (U/ml)	Amiloglucosidase(U/ml)
1	FES ¹	4,755 \pm 0,721 A	4,957 \pm 0,663 A
2	FES com CaCO ₃	6,489 \pm 1,372 A	1,467 \pm 0,1011 B
3	FES com biomassa	3,226 \pm 1,72 A	0,5535 \pm 0,0969 B
4	FES com biomassa e CaCO ₃	4,535 \pm 0,721 A	0,2735 \pm 0,0502 B
5	² FSm	4,815 \pm 0,000 A	5,890 \pm 0,834 A
6	FSm com biomassa	6,998 \pm 0,0170 A	1,527 \pm 0,341 B

Tabela 1 – Atividades Enzimáticas (U/ml)

¹FES: Fermentação em estado sólido

²FSm: Fermentação submersa

^{AB} Parâmetros que não compartilham letra, em uma mesma coluna, são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey ($P > 0,05$)

Fonte: autor

Para α -amilase todos os meios apresentam resultado positivo, não há diferença estatisticamente significativa entre os meios estudados. Para produção de amiloglicosidase, porém, foi possível observar que as melhores condições para produção foram em meio em FES, com fécula de mandioca como substrato e bagaço de cana-de-açúcar como suporte, apresentando atividade enzimática de $4,957 \text{ U/mL}^{-1}$ e FSm, com farinha de milho como substrato e suplementação de sais Khanna [20x], com atividade de $5,890 \text{ U/mL}^{-1}$.

4 | DISCUSSÃO

Com a análise estatística (ANOVA) verificou-se que não houve influência estatisticamente significativa dos diferentes meios sobre a produção de α -amilase ($p > 0,05$), o que indica que qualquer uma das condições poderiam ser adotadas para a produção dessa enzima, especificamente. Entretanto no caso de amiloglicosidase, verificou-se que as diferentes condições experimentais (tipos de meio) influenciaram significativamente a produção desta enzima ($p < 0,001$). Pelo teste de Tukey, pode-se verificar que FES e FSm apresentam as melhores condições. Verificou-se que a substituição dos substratos tradicionais (fécula de mandioca ou farinha de milho) por biomassa da cianobactéria *Arthrospira platensis* não apresentou resultados satisfatórios para produção de amiloglicosidase. Por isso, ensaios futuros serão realizados testando-se uma pulverização mais rigorosa da biomassa ou mesmo um pré-tratamento, como hidrólise, para melhor disponibilização do substrato no meio de cultivo para o fungo.

Spier (2005) utiliza *Aspergillus niger* para produção de enzimas amilolíticas, e utiliza como substrato fécula de mandioca, bagaço-de-cana, KNO_3 e solução salina suplementada com biotina. O autor obteve, em meio FES, para α -amilase uma atividade $47,4685 \text{ U.ml}^{-1}$, e em meio FES com CaCO_3 obteve atividade de $11,0321 \text{ U.ml}^{-1}$. Para a amiloglicosidase em meio FES obteve atividade de $73,327 \text{ U.ml}^{-1}$ e de $18,351 \text{ U.ml}^{-1}$ para FES com CaCO_3 .

Já Santos et al. (2012) utiliza resíduos agroindustriais, batata e cenoura, para produção de amiloglicosidase por *Aspergillus awamori*, em fermentação a 30°C por 72 h, sem agitação com pH inicial de 4,2. Nos ensaios com resíduo do processamento de cenoura, o melhor resultado de atividade enzimática obtido foi de $65,98 \text{ U.mL}^{-1}$, e nos ensaios com meios contendo 50% do resíduo de cenoura e 50% de resíduo de batata, o melhor resultado foi $55,8 \text{ U.mL}^{-1}$. Nos ensaios realizados com o resíduo do processamento de batata, a atividade enzimática obtida foi de $141,38 \text{ U mL}^{-1}$, apresentando valores maiores que nos demais ensaios.

Apesar de, no presente trabalho, as atividades enzimáticas (tabela 1) obtidas nos diferentes cultivos serem inferiores aos obtidos por Spier (2005) e Santos et al. (2012), os resultados indicam a viabilidade do emprego de *Aspergillus niger* na produção de

enzimas amilolíticas. Essas enzimas serão avaliadas quanto ao potencial para hidrólise de biomassa de microrganismos fotossintetizantes (cianobactéria e microalga) para obtenção de açúcares fermentescíveis que podem ser empregados para obtenção de bioetanol de terceira geração.

5 | CONCLUSÃO

O fungo filamentosso *Aspergillus awamori* é viável para a produção de α -amilase e amiloglucosidase que, podendo futuramente serem empregados na hidrólise de biomassa de microrganismos fotossintetizantes, para obtenção de bioetanol de terceira geração.

Não houve diferença estatisticamente significativa dos meios empregados para a produção de α -amilase neste trabalho. No entanto, para a produção de amiloglucosidase, observaram-se melhores resultados com o emprego de fermentação em estado sólido com fécula de mandioca como substrato e bagaço de cana-de-açúcar como suporte, e fermentação submersa com farinha de trigo como substrato e suplementação de sais Khanna [20x].

A substituição de substrato tradicional pela biomassa de *Arthrospira platensis* não apresentou resultado satisfatório para produção de amiloglucosidase. Portanto, pré-tratamentos (hidrólise, por exemplo) ou pulverização mais rigorosa da biomassa serão adotados para futuros ensaios.

6 | AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Fapemig pela concessão de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ALAZARD, D.; RAIMBAULT, M.; Comparative Study of Amylolytic Enzymes Production by *Aspergillus niger* in Liquid and Solid-State Cultivation. **European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology**, n.12, p.113-117, 1981.

CUI, Y. Q.; VAN DER LANS, R. G. J. M.; GIUSEPPIN, M. L. F.; LUYBEN, K. C. A. M. **Influence of fermentation conditions and scale on the submerged fermentation of *Aspergillus awamori***. *Enzyme and Microbial Technology*, n.23, p.157-167, 1998.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos**, 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 900 p. 2010.

GUPTA, R.; MOHAPATRA, H.; GOSWAMI, V. K.; CHAUHAN, B. **Microbial α -Amylases: a Biotechnological Perspective**. *Process Biochem.*, 38:1599-1616. 2003.

GUPTA, R.; MOHAPATRA, H.; GOSWAMI, V.K.; CHAUHAN, B. **Microbial α -Amylases: a Biotechnological Perspective**. *Process Biochemistry*. Jan. 2003. p. 118. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em 25 Agosto 2018.

KHANNA P; SUNDARI, S. S.; KUMAR, N. J. **Production, isolation and partial purification of xylanase from *Aspergillus* sp.** World J Microbiol Biotechnol v. 11, p.242–243, 1995.

NATARAJAN, S. K.; SIERKS, M. R. **Identification of enzyme-substrate and enzyme-product complexes in the catalytic mechanism of glucoamylase from *Aspergillus awamori*.** Biochemistry, v. 35, p.15269-15279, 1996.

PANDEY, A.; WEBB, C.; SOCCOL, C. R.; LARROCHE, C. **Enzyme Technology.** 1nd ed. New Delhi: Asiatech Publishers, p.760, 2005.

PEREIRA, V. M., **Avaliação do potencial enzimático de fungos filamentosos e otimização da produção de celulases por *Aspergillus Sulphureus* (Fresen.) Whemer.** Tese (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 50, 2012.

SANTOS L. D. et al TYBEL, utilização de resíduos agroindustriais para produção de amiloglucosidase por aspergillus awamori. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Paraná, v.06, n.01: p.655-664, 2012.

SAUCEDO-CASTANEDA, G. et al. **Mainenance Of Heat And Water Balances As A Scale-Up Criterion For The Production Of Ethanol By *Schwanniomyces Castellii* In A Solid State Fermentation System.** Process Biochemistry. v. 27, p. 97-107, 1992.

SPIER, M. R., **Produção de enzimas amilolíticas fúngicas α -amilase e amiloglucosidase por fermentação no estado sólido.** Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005. Disponível em : <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/4684/Disserta%E7%E3o%20de%20Mestrado%20-%20Michele%20Rigon%20Spier.pdf?sequence=1>> acesso em: 8 abr.2018.

SPIER, M. R.; WOICIECHOWSKI, A. L.; VANDENBERGHE, L.; SOCCOL, C. R. **Production and Characterization of Amylases by *Aspergillus niger* under solidstate fermentation using agro industrials products.** Int. J. Food Eng., v.2: p.6-1-19. 2006.

SOARES, I. A.; FLORES, A. C.; ZANETTIN, L.; PIN, H. K.; MENDONÇA, M. M.; BARCELOS, R. P.; TREVISOL, L. R.; CARVALHO, R. D.; SCHAUREN, D.; ROCHA, C. L. M. S. C.; BARONI, S. **Identificação do potencial amilolítico de linhagens mutantes do fungo filamentoso *Aspergillus nidulans*.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 3, p. 700-705, 2010.

SOCCOL, C.R. **Physiologie et Métabolisme de *Rhizopus* en Culture Solide et Submergée en Relation Avec la Dégradation d'Amidon et la Production d'Acide L(+) Lactique.** Thèse de Doctorat. Mention Génie enzymatique, Bioconversion et Microbiologie, Université de Technologie de Compiègne. Compiègne-France, p. 218, 1992.

IDENTIFICAÇÃO MOLECULAR DA INTOLERÂNCIA À LACTOSE

Maria Cristina Modesto Clementino

Universidade Estadual de Maringá
São José dos Campos - SP

Eliane Papa Ambrosio Albuquerque

Departamento de Biotecnologia, Genética e
Biologia Celular
Universidade Estadual de Maringá
Maringá – PR

RESUMO: Grande parte da população mundial não metaboliza completamente o leite de vaca e seus derivados devido à função total ou parcial, no intestino, da enzima lactase. Os indivíduos que sofrem da intolerância a lactose passam a não consumir leite em virtude dos desconfortos intestinais promovidos pela não digestão desse carboidrato. A carência de produção de lactase pode ser identificada por diagnóstico clínico e por diferentes métodos de forma direta ou indireta. Recentemente, testes de biologia molecular apresentam-se como uma eficiente ferramenta de identificação. O tratamento para essa condição é simples, e corresponde a suspensão ou redução na dieta do consumo de produtos contendo lactose. Aos pacientes que não se adaptam à dieta de restrição é possível a prescrição para administração de lactase exógena. Apesar de ser popularmente encarada como anormal, a literatura esclarece que é uma condição fisiológica e geneticamente

programada na maioria dos indivíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Lactase. Biotecnologia. Biologia molecular. Polimorfismos.

ABSTRACT: Most of the world population does not completely metabolize cow's milk and its derivatives due to the total or partial function of the lactase enzyme in the intestine. Individuals suffering from lactose intolerance fail to consume milk due to the intestinal discomforts promoted by the non-digestion of this carbohydrate. The lack of production of lactase can be identified by clinical diagnosis through different methods directly or indirectly. Recently, molecular biology tests are presented as an efficient identification tool. The treatment for this condition is simple, and corresponds to suspension or reduction in the consumption of lactose-containing products. Patients who do not adapt to the restriction diet may be prescribed for administration of exogenous lactase. Despite popularly known as abnormal, the literature clarifies that it is a physiologically and genetically programmed condition in most individuals.

KEYWORDS: Lactose intolerance. Biotecnology. Molecular biology. Polymorphisms.

1 | INTRODUÇÃO

O leite é considerado como uma fonte alimentar rica em vitaminas, proteínas e cálcio, sendo um elemento de grande importância biológica no organismo humano, exercendo um papel fundamental na formação estrutural de ossos, controle hormonal, impulsos nervoso e também como mediador em contrações musculares. O leite e seus derivados são importantes fontes de fósforo, potássio, magnésio, zinco, cálcio e riboflavina, sendo considerado como importante inclusão na dieta de crianças, jovens e adultos na prevenção da osteoporose e hipertensão arterial. Devido as suas qualidades nutricionais, o governo brasileiro passou a implantar programas nos quais o leite é considerado suplemento dietético importante para crianças (FERNANDES, 2015).

Os carboidratos da dieta humana podem ser classificados bioquimicamente em polissacarídeos, dissacarídeos e monossacarídeos. Apenas os monossacarídeos são absorvidos no intestino delgado pelo enterócito e as demais formas sofrerão digestão para reduzirem suas unidades constituintes e absorvidas, como é o caso da lactose, um dissacarídeo constituído pelos monossacarídeos glicose e galactose (TOMEI, 2016).

A lactose possui uma forma estrutural que pode ser convertida de alfa para beta por meio de mudança na posição do hidrogênio e da hidroxila no grupo redutor. Em um estado de equilíbrio (25° C), uma solução de lactose possui cerca de 62,25% de sua lactose na forma beta e 37,75% na forma alfa (BEM, J.F. *et al* 2013).

A lactose quando não é hidrolisada, tem a capacidade de transitar livremente pelo intestino grosso, fermentada anaerobicamente por bactérias intestinais, com produção de ácidos orgânicos e de gases como hidrogênio, metano e dióxido de carbono (FERNANDES, 2015).

Mais de 50% da população mundial possui intolerância primária à lactose, de acordo com vários estudos (para revisão MATTAR e MAZO, 2010). No Brasil existe um grande número de indivíduos que apresentam uma má absorção de lactose e que se justifica pela miscigenação brasileira e pelos índices elevados de desnutrição e parasitose, provocando a intolerância à lactose e correlacionadas à intolerância ao leite. Em crianças, esse quadro pode ainda ser mais complicado, já que a lactose corresponde a 60% da ingestão de carboidratos e que 10% das gastroenterites apresentam como causa a diarreia persistente provocada por intolerância à lactose. Por esses motivos, o governo brasileiro passou a considerar essa condição como problema de saúde pública (FRIEDRICH *et al.*, 2012; MATTAR E MAZO, 2010).

2 | OBJETIVO

O presente estudo visa realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais causas e consequências da intolerância relacionadas à lactose e seu o diagnóstico

laboratorial com ênfase em biotecnologia e biologia molecular. Esta revisão foi realizada nas bases de dados do portal da Capes e da Biblioteca Virtual em Saúde (SciELO, MEDLINE e PUBMED). Teve como critérios de exclusão artigos anteriores ao ano 2007 e idiomas diferentes do inglês ou português.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intolerância à lactose (IL) é um distúrbio clínico classificada em três tipos: congênita (rara), primária e secundária (MATTAR e MAZO, 2010). A mais comum é a IL primária, que ocorre por conta de um declínio na atividade da lactase na idade adulta. Já a IL secundária pode ser causada por doenças que causem lesão na mucosa do intestino delgado ou que causam um aumento significativo do tempo de trânsito intestinal, como nas enterites infecciosas, giardíase, doença celíaca, enterites induzidas por drogas ou radiação, entre outros (TOMEI, 2016).

A deficiência primária adquirida de lactase, mais conhecida como hipolactasia primária do tipo adulto, se caracteriza como uma condição prevalente na população determinada geneticamente, que consiste na perda progressiva de secreção de lactase pelas vilosidades do intestino de forma exponencial durante a infância e adolescência, permanecendo muito baixa durante a vida adulta e podendo causar sintomas de intolerância à lactose (ENATTAH *et al.*, 2007).

A diminuição no nível de lactase é progressiva durante a infância e adolescência e as taxas de absorção diminuem com a idade, além disso, acomete principalmente pessoas de descendência africanas (TOMEI, 2016).

Um das principais manifestações clínicas da intolerância a lactose incluem dor e distensão abdominal, flatulência, diarreia e que posteriormente irão depender da dose de lactose ingerida, grau de deficiência da lactase e tipo de alimento ingerido (TOMEI, 2016; MATTAR e MAZO, 2010).

A intolerância à lactose pode causar várias consequências metabólicas no indivíduo, principalmente quando não diagnosticada e tratada a tempo. O cálcio é um nutriente essencial cuja fonte provém principalmente de alimentos lácteos. Esse elemento participa de inúmeros processos biológicos como contração muscular, mitose, formação e manutenção da matriz óssea, coagulação do sangue e na atividade de várias enzimas (NUSSBAUM, 2008).

Estudos *in vivo* e *in vitro* puderam demonstrar que o aumento da ingestão de cálcio inibe a lipogênese, estimula a lipólise e a termogênese, mas a grande maioria da população não ingere quantidades adequadas deste elemento, principalmente pacientes que possuem intolerância à lactose (FRIEDRICH *et al.*, 2012).

Os métodos de diagnósticos mais usados para avaliar a absorção da lactose são: teste bioquímico de tolerância à lactose, teste respiratório do hidrogênio e dióxido de carbono expirado e o teste genético. O teste bioquímico de tolerância à lactose

é realizado pela dosagem de glicose sanguínea, após ingestão de uma quantidade excessiva de lactose. Quando se opta por esse exame alguns fatores devem ser considerados, como a solução aquosa de lactose ingerida na ocasião do exame. Outro fator importante é que o teste pode ser mascarado em pessoas que possuem alterações ligadas a taxas glicêmicas (FERNANDES, 2015).

O teste respiratório consiste no teste do hidrogênio expirado que pode ser realizado usando um analisador eletroquímico portátil de hidrogênio e no teste do CO₂ expirado, onde após ingestão de lactose marcada ¹³C–lactose mede-se o ¹³CO₂ expirado (FERNANDES, 2015).

Os testes genéticos identificam a relação entre a presença de mutação genética no gene lactase-florizina hidrolase e a má absorção de lactose. A análise dos polimorfismos C/T-13910 e G/A-22018 do gene da lactase-florizina hidrolase pode ser considerado um bom diagnóstico da má absorção da lactose, visto a alta sensibilidade e especificidade e com ótima concordância com o teste de hidrogênio expirado (BULHÕES, 2007; MATTAR E MAZO, 2010).

A técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) pode ser utilizada como método diagnóstico de intolerância à lactose, onde ocorre a amplificação do gene da lactase e posterior clivagem com enzima de restrição no sítio específico dos polimorfismos (PCR-RFLP). Esta é uma técnica extremamente sensível, onde requer pouca amostra biológica do paciente e pode ser realizada em um dia (NUSSBAUM, 2008).

A deficiência congênita de lactase está relacionada a alterações no gene que codifica a enzima lactase (*LCT*), resultando na ausência de enzima funcional no organismo. Esta é uma condição extremamente grave que pode levar ao óbito se não diagnosticada rapidamente (FRIEDRICH *et al.*, 2012).

A hipolactasia primária está relacionada ao desligamento da enzima lactase pelo gene *MCM6* após os primeiros anos de vida. Isto porque antes de domesticar animais os seres humanos deixavam de consumir leite após a amamentação. A queda de atividade da lactase é gradual e associada à interação com outros genes e hábitos alimentares. Portanto é difícil estimar a idade em que a atividade se tornará insuficiente e os sintomas da intolerância à lactose irão surgir. Nas últimas décadas foram descritos polimorfismos (alterações genéticas presentes em mais de 1% da população) em *MCM6*, capazes de impedir a ação deste gene e, assim, a lactase permanece “ligada” no indivíduo adulto (lactase persistente) (NUSSBAUM, 2008).

Estudos recentes reportam que devido à alta miscigenação da população brasileira, o diagnóstico de hipolactasia primária no Brasil baseado apenas na análise do polimorfismo C/T-13910 no gene da lactase não seria o procedimento mais adequado. Portanto, com o objetivo de realizar uma investigação completa, realiza-se também a análise de outros polimorfismos no gene *MCM6*, como a C/G-13907, T/G-13915 e G/C-14010 (BERNARDES-SILVA *et al.*, 2007).

A indicação de qual exame deve ser realizado pelo paciente com suspeita de

intolerância à lactose está ligado ao quadro clínico, idade e etnia, pois a polimorfismos que podem variar de acordo com a descendência de cada indivíduo, como mostrado no estudo de Friedrich e colaboradores (2012). A análise isolada do gene *MCM6* é mais indicada para adolescentes e adultos e a análise de mutações no gene *LCT* para recém-natos com quadro gastrointestinal grave. Por último, a análise do gene *LCT* juntamente com o gene *MCM6* é indicada para os lactentes, crianças e adultos com a finalidade de diagnóstico diferencial entre as causas de doenças gastrointestinais persistentes (BULHÕES, 2007).

4 | CONCLUSÃO

A intolerância à lactose acomete muitas pessoas no mundo e pode apresentar como consequência a deficiência nutricional de cálcio, que é um elemento responsável por manter várias funções biológicas e compor a matriz óssea. Diante disso, é necessário o diagnóstico precoce e o tratamento mais adequado para cada tipo de paciente, evitando alimentos ricos em lactose e substituindo por alimentos isentos desse açúcar.

O diagnóstico se apresenta como fundamental para que não haja condutas desnecessárias com relação à ingestão de leite.

Existem vários métodos diagnósticos de má absorção de lactose, cada um com suas particularidades. Os métodos convencionais utilizados (curva glicêmica após sobrecarga com lactose e teste do hidrogênio molecular expirado) nos laboratórios clínicos são eficazes, porém, podem causar certo desconforto para os pacientes em relação aos sintomas gerados pela má absorção de lactose e interrompimento da curva.

Já os testes de biologia molecular já estão sendo utilizados para auxiliarem em um diagnóstico mais preciso, ocasionando menos desconforto aos pacientes, que se auto declaram intolerantes ou não.

Com a junção de tecnologias e métodos é possível que os laboratórios clínicos possam adotar métodos para a observação e o apontamento dos resultados obtidos, realizando um comparativo entre os resultados dos exames de curva de lactose, dos aspectos clínicos e sintomas associados à ingestão de lactose.

REFERENCIAS

BEM, J.F.; FORNARI, J.V.; FERRAZ, R.N.F.; BERNABE, A.S.; LEONARDO, M.J.; AÇARI, D.P. **Comparação entre métodos de diagnóstico tradicionais com o teste genético para detecção de intolerância a lactose.** Revista Saúde em foco, V.6, n 5, p. 87-92, 2013.

BERNARDES-SILVA, C.F.; PEREIRA, A.C.; KRIEGER, J.E.; LAUDANNA, A.A. **Lactase persistence/non-persistence variants, C/T-13910 and G/A-22018, as a diagnostic tool for lactose intolerance in IBS patients.** Clin Chim Acta. V. 386, 2007. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17706627>. Acesso em 25 jun. 2018.

BULHÕES, A.C. **Correlation between lactose absorption and the C/T-13910 and G/A-22018 mutations of the lactase-phlorizin hydrolase (LCT) gene in adult-type hypolactasia.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research, V. 40, p. 1441-1446, 2007.

FRIEDRICH, D.C., SANTOS, S.E.B., SANTOS, A.K.C.R., HUTZ, M.H. **Several Different Lactase Persistence Associated Alleles and High Diversity of the Lactase Gene in the Admixed Brazilian Population.** Plos One, V. 7, Issue 9, e46520, 2012.

ENATTAH, N.S., TRUDEAU, A., PIMENOFF, V., MAIURI, L., AURICCHIO, S., GRECO, L. **Evidence of still-ongoing convergence evolution of the lactase persistence T- 13910 alleles in humans.** Am J Hum Genet. 81, p. 615-25, 2007.

FERNADES, T.F.F. **Intolerância à lactose.** Revista ABCFARMA, V. 4, p. 40-45, 2015.

MATTAR, R.; MAZO, D.F.C. **Intolerância à Lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular.** Revista da Associação Médica Brasileira, V. 56, n. 2, p. 230- 236, 2010.

NUSSBAUM, R. **Thompson & Thompson: genética na medicina.** 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

TOMÉI, M.C.M. **Lactose: Intolerância, Alergia e Rotulagem de Alimentos.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. V. 9. p 99-110, 2016.

PRODUÇÃO DE LEVANA E SUA APLICAÇÃO EM COSMÉTICOS

Reginara Teixeira da Silva

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia
Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR

Gabrielly Terassi Bersaneti

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia
Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR

Audrey Alesandra Stinghen Garcia Lonni

Departamento de Ciências Farmacêuticas
Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR

Maria Antonia Pedrine Colabone Celligoi

Departamento de Bioquímica e Biotecnologia
Universidade Estadual de Londrina
Londrina – PR

RESUMO: Atualmente, o Brasil ocupa a 4ª posição no ranking mundial no consumo de cosméticos o que demonstra a grande procura por produtos principalmente os formulados com ingredientes bioativos, que não tragam danos ao meio ambiente e que confirmam efeitos benéficos à saúde da pele dos consumidores. Com o surgimento de novas matérias-primas a levana é uma biomolécula que tem sido estudada, por apresentar propriedades industrialmente importantes, como capacidade de retenção de água, atividade antioxidante, anti-inflamatória,

além de poder ser aplicada como estabilizante e espessante, o que a torna gradativamente competitiva quando comparada com moléculas sintéticas. A levana é um exopolissacarídeo de frutose produzida com substratos de baixo custo e apresenta aplicações industriais nos setores de cosméticos, farmacêutico, nanotecnologia, alimentos, entre outros. Sendo assim, o objetivo desta revisão é descrever a produção microbiana do polissacarídeo levana e a inovação de aplicação em cosméticos.

PALAVRAS-CHAVE: levana, exopolissacarídeo, cosméticos, antioxidante, anti-inflamatório.

ABSTRACT: Nowadays the Brazil occupies the 4th position in the world ranking in the consumption of cosmetics demonstrating the great demand for products mainly those formulated with bioactive ingredients that are eco-friendly and they give beneficial effects to the skin health of the consumers. With the interest in new raw materials, the levan is a biomolecule that has been studied, because it presents industrially properties as moisture-retention, antioxidant and anti-inflammatory and it has been applied as a stabilizer and thickener, which makes it gradually competitive when compared to synthetic molecules. Levan is a fructose exopolysaccharide produced with low cost substrates and with many industrial

applications as in cosmetic, pharmaceutical, nanotechnology, food and other sectors. Therefore, the aim of this review is to describe levan production by microorganisms and to present report potential innovation in cosmetics.

KEYWORDS: levan, exopolysaccharides, cosmetics, antioxidant, anti-inflammatory.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria de cosméticos é um dos segmentos mais importantes da economia mundial. O Brasil ocupa a 4^a posição no ranking mundial no consumo de cosméticos, contando com 2.718 empresas atuantes na área, sendo que 15 empresas dominam 75 % do mercado, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABHIPEC), sendo os Estados Unidos líder, seguido da China e Japão.

A demanda por ingredientes multifuncionais na indústria cosmética influencia na busca de novas matérias-primas que possam atuar não apenas como espessantes ou modificadores de reologia, mas também possibilitando benefícios adicionais nas formulações como ações biológicas (anti-inflamatórias, antioxidantes, entre outras) compatíveis com outros ingredientes, e sobretudo, melhorando os efeitos sensoriais, além de favorecer a relação custo-benefício.

A produção de metabólitos primários e secundários a partir da fermentação, no conceito biotecnológico, representa grande interesse no ramo da cosmetologia devido as inúmeras funções de cuidados com a pele e cabelos que esses ingredientes possuem, além disso, oferecem biocompatibilidade, natureza ecológica, atividade versátil e desempenho superior, sendo potencialmente inovadores e capazes de substituir os compostos sintéticos.

Exopolissacarídeos (EPS) como levana, ácido hialurônico, celulose bacteriana entre outras, podem ser usados como agentes ativos em formulações cosméticas, uma vez que, essas moléculas apresentam propriedades biológicas, como proteção e regeneração da pele, enquanto que a goma xantana atua apenas como um agente funcional, ou seja, controlador de viscosidade em emulsões, géis e suspensões.

A utilização da levana em cosméticos tem sido pouco descrita, entretanto, novos estudos apontam um grande campo de aplicação, devido, às suas propriedades, como poder adesivo, formação de filmes, baixa viscosidade e alto peso molecular. Além disso, a levana apresenta muitas outras funções que conferem uma ótima capacidade como ingrediente ativo de formulações cosméticas, apresentando propriedades de retenção de umidade, atividades antioxidante, anti-inflamatória, estimulador de proliferação celular e atividade clareadora.

Considerando as diversas propriedades da levana e os poucos estudos com esse polímero no ramo da cosmetologia, esta revisão tem o objetivo de descrever tanto a produção microbiana, bem como as suas potenciais aplicações inovadoras na

cosmetologia.

2 | EXOPOLISSACARÍDEOS EM COSMÉTICOS

Exopolissacarídeo é o termo utilizado para a classificação dos polissacarídeos extracelulares. Além da localização, eles ainda podem ser definidos como homo ou heteropolissacarídeos. Os homopolissacarídeos, como por exemplo, dextrana e levana, são constituídos por somente um tipo de açúcar e são geralmente produzidos por uma só enzima ou por um sistema simples de enzimas. Por outro lado, os heteropolissacarídeos são constituídos por dois ou mais tipos de açúcares e sintetizados por sistemas enzimáticos complexos (ERNANDES, GARCIA-CRUZ, 2005).

O interesse por pesquisas com EPS tem aumentado, pois estes são candidatos para muitas aplicações comerciais em diferentes setores industriais, como farmacêutico e cosmético, alimentos, em petróleo e outros. Essas moléculas apresentam várias vantagens sobre ingredientes químicos, principalmente como biocompatibilidade e biodegradabilidade (KÜÇÜKAŞIK et al., 2011). A inclusão de produtos naturais, como aditivos, pode garantir a eficiência e a segurança dos produtos cosméticos, resultando em maior valor agregado e aceitação do mercado (NOVAK, 2010).

Esses polímeros microbianos apresentam diferentes aplicações em cosméticos devido a sua variedade de funções, incluindo estabilizadores de emulsão que impedem a coalescência das gotículas de óleo e a separação de ingredientes, formador de filme, aglutinante, agente de aumento de viscosidade e agente condicionador da pele (RADCHENKOVA et al., 2015).

De maneira geral, os polissacarídeos aplicados em cosméticos são classificados com base em sua ação, podendo estes, ser do tipo funcional e/ou ativo. Os que pertencem ao tipo funcional, são incorporados ao produto cosmético para atuarem como agente geleificante, regulador de viscosidade, espessante e emulsificante, de acordo com sua polimerização, rede de retenção de água por meio de sua capacidade de inchamento. Portanto, o polissacarídeo funcional é tradicionalmente classificado com base em suas cargas eletroquímicas. Já a sua aplicação como biopolímeros ativos, está voltada principalmente para seu efeito hidratante da pele (KANLAYAVATTANAKUL; LOURITH, 2015).

O ácido hialurônico é um EPS muito utilizado na medicina estética, por apresentar características físico-químicas marcantes, especialmente a viscoelasticidade, a capacidade de se ligar e reter água. Por estas razões, desempenha um papel importante na hidratação dos tecidos, lubrificação e função celular. A principal aplicação dos géis derivados do ácido hialurônico em medicina estética é no aumento dos tecidos moles, principalmente para o tratamento da face envelhecida (pregas nasolabiais e rugas glabulares e frontais) e para aumentar e remodelar os lábios. Seu sucesso é devido a uma baixa incidência de reações adversas em comparação com outros produtos de aumento de tecidos moles (NISI et al., 2016).

A goma xantana é outro exopolissacarídeo que atende aos critérios para aplicações em formulações como boa resistência à temperatura e estabilidade em soluções alcalina, ácida e salina, atuando como agente aglutinante, surfactante/emulsificante e intensificador de viscosidade. Em concentrações de 4-6% tem sido usado em produtos de contato dérmico e mucoso, corantes capilares e produtos para unhas (PALANIRAJA, JAYARAMAN, 2011; FREITAS, ALVES, REIS, 2015; FIUME et al., 2016). A goma xantana é utilizada em quase todas as categorias de produtos cosméticos, incluindo produtos de higiene bucal, formulações leave-in (hidrata profundamente), desodorantes, produtos para bebês, etc. (FREITAS, REIS, ALVES, 2015; FIUME et al., 2016).

O uso da goma de gelana em formulações cosméticas é relatado principalmente como um estabilizador de emulsão e um agente de aumento de viscosidade. É usado em produtos de contato dérmico em concentrações de 0,3 a 0,5%. Também utilizado em produtos capilares, de contato para olhos e mucosas, em concentrações de 0,0004% (FREITAS, REIS, ALVES, 2015; FIUME et al., 2016).

A celulose bacteriana já foi relatada em algumas aplicações cosmetológicas, seu uso já foi proposto para o desenvolvimento de produtos de cicatrização de feridas (CZAJA et al. 2006; SOLWAY, CONSALTER, LEVINSON, 2010), reparo da pele (FU; ZHANG; YANG, 2013) e hidratação da pele (AMNUAIKIT et al., 2011). Devido a sua alta capacidade de hidratação, a celulose é usada como ingredientes em cremes hidratantes e em máscaras faciais, melhorando a hidratação da pele (AMNUAIKIT et al., 2011; FREITAS, REIS, ALVES, 2015).

Apesar de apresentar muitas propriedades que revelam a levana como um ótimo exopolissacarídeo de aplicação em produtos cosméticos, a sua utilização nesta área ainda é pouco descrita na literatura. Sua atividade biológica relatada inclui efeitos de proliferação celular, hidratação da pele e alívio da irritação da pele (KIM et al., 2003), efeitos de clareamento da pele (FURUKAWA; TSUBOI, 2006), atividade anti-inflamatória e antioxidante (KANG et al., 2009; SRIKANTH et al., 2015a).

3 | PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA LEVANA

Levana é um polissacarídeo extracelular formado principalmente por monômeros de frutose, onde sua estrutura química foi determinada pela primeira vez em 1990 pelos pesquisadores Simms, Boyko e Edwards, que com base nas pesquisas feitas com a levana produzida por *Streptococcus salivarius* SS2, concluíram que esta é constituída por uma cadeia principal de resíduos de β -D-frutofuranosídeos unidos por ligações $\beta(2\rightarrow6)$ e ramificações com ligações $\beta(2\rightarrow1)$, conforme pode ser observado na Figura 1. Sua massa molecular é de aproximadamente 10^7 Daltons, correspondente a aproximadamente 60.000 unidades de frutose unidas por ligações $\beta(2\rightarrow6)$.

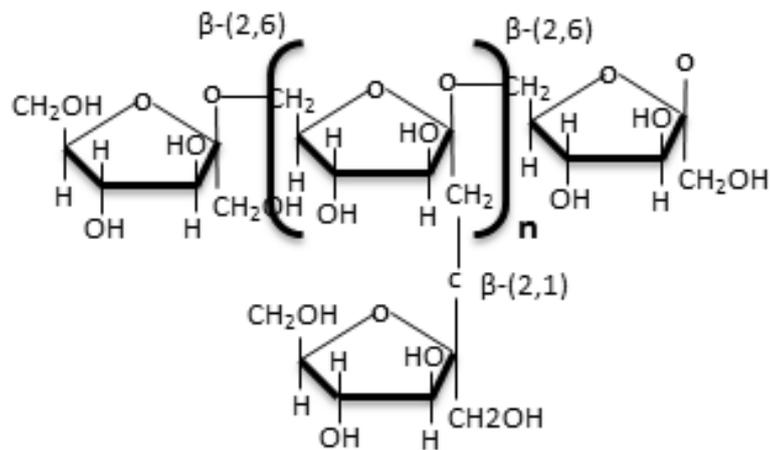


Figura 1. Estrutura da levana contendo as ligações principais do tipo $\beta(2\rightarrow6)$ e suas ramificações unidas por ligações $\beta(2\rightarrow1)$.

A síntese da levana ocorre principalmente pela levanasacarase (E.C. 2.4.1.10) por ser uma enzima multifuncional, possuindo atividade de: hidrólise (quebra da molécula de sacarose em: glicose e frutose na ligação $\beta(2\rightarrow1)$), transfrutossilacção (transferência do grupo frutossil para uma molécula aceptora) e polimerização (síntese das frutanas, como frutooligossacarídeos e levana) (BERSANETI, et al., 2017). Na reação de transfrutossilacção realizada pela levanasacarase, há uma variedade de aceptores do resíduo frutossil, resultante da hidrólise da sacarose, incluindo água, glicose, sacarose e frutana (MARTINEZ-FLEITES et al., 2005). É uma enzima que pertence ao grupo das hidrolases glicosídicas na família 68, podendo também ser classificada como uma frutossiltransferase. A levanasacarase extracelular pode ser produzida por uma ampla variedade de cepas, incluindo *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Zymomonas mobilis*, *Pseudomonas fluorescens* e *Lactobacillus reuteri* (ERNANDES, GARCIA-CRUZ, 2005; GU, et al., 2017).

Em relação a produção de levana, a quantidade desse EPS produzido pelos microrganismos está intimamente relacionada com as condições específicas de crescimento celular e com a composição do meio de cultura (SANTOS; CAVALCANTI; CELLIGOI, 2011). Normalmente, é produzida direto do microrganismo via fermentação submersa ou pela enzima isolada, na maioria dos casos utilizando a sacarose, xaropes ou melaço como substrato. O seu peso molecular, grau de polimerização e a ramificação da unidade de repetição podem variar conforme a fonte de produção (microrganismos ou plantas). Geralmente, quando é sintetizada por plantas o seu peso molecular é muito baixo se comparado a produzidas por microrganismos (TOMULESCU et al., 2016; ONER, HERNÁNDEZ, COMBIE, 2016).

Segundo os estudos de Shih, Yu, (2005); Wu et al. (2013); Lu et al. (2014); Zhang et al. (2014) e Bersaneti et al. (2017) os principais fatores que influenciam na produção de levana são: fonte de carbono e a sua concentração, temperatura, pH, tempo de cultivo, fonte de nitrogênio, presença de sais no meio de fermentação, agitação e aeração.

Para a produção de levana microbiana é necessário uma fonte de carbono e, a

sacarose é empregada na maioria das produções, sempre em altas concentrações, para obter boa produtividade e com características de alto peso molecular. Destacando que a sacarose tem baixos efeitos inibidores contra a levanasacarase, aumentando assim a possibilidade de alcançar altos rendimentos de polissacarídeos (SRIKANTH et al., 2015b).

A presença de levanas pré-formadas, força iônica e constante dielétrica dos meios de cultivo também são fatores que podem influenciar na produção de levana (CHAMBERT; PETIT-GLATRON, 1993).

A produção de levana pode ser realizada por diferentes microrganismos e as condições empregadas de fermentação são de grande importância para obter as características do produto desejado. A Tabela 1 descreve os diferentes microrganismos produtores, as condições de fermentação e os altos valores de levana obtida.

Microrganismos	Condições de Fermentação	Levana (gL ⁻¹)	Referência
<i>Zymomonas mobilis</i> CCT 4494	pH 6,0-7,0; 30 °C; 200 rpm; 200 gL ⁻¹ de sacarose, 72 h	85,4	Ernandes et al. (2011)
<i>Bacillus subtilis natto</i>	pH 7; 37 °C; 150 rpm; 400 gL ⁻¹ sacarose, 16 h	111,6	Santos et al. (2013)
<i>Bacillus Methylophilus</i> SK 21.002	pH 6,0; 37 °C; 300 gL ⁻¹ de sacarose, 16 h	100,0	Zhang et al. (2014)
<i>Zymomonas mobilis</i> B-14023	pH 6,0; 28 °C; 300 gL ⁻¹ de sacarose, 42 h	40,2	Silbir et al. (2014)
<i>Brenneria goodwinii</i>	pH 6,0; 35 °C; 500 gL ⁻¹ de sacarose, 12 h	185,0	Liu et al. (2017)
<i>Bacillus subtilis natto</i> CCT7712	pH 7,0; 35 °C; 150 rpm; 420,7 gL ⁻¹ de sacarose, 36 h	86,9	Bersaneti et al. (2017)
<i>Lactobacillus reuteri</i> LTH5448	pH 6,0; 35 °C; 500 gL ⁻¹ de sacarose, 12 h	183,0	Ni et al. (2018)

Tabela 1. Produção de levana por diferentes microrganismos e suas respectivas condições de cultivo.

A levana também pode ser obtida por síntese enzimática, isto é, sem a presença de células microbianas no meio de fermentação, porém as condições ideais devem ser próximas da atividade enzimática, com pH ideal de 6,0 ou próximo da neutralidade, temperatura entre 35 °C a 40 °C, essas condições têm sido estudadas por vários autores (ZHANG et al., 2014; LU et al., 2014; LIU et al., 2017; BERSANETI et al., 2017; KIRTEL et al., 2018; NI et al., 2018).

Após a produção da levana são necessárias as etapas de purificação e caracterização para possível aplicação, assim, vários métodos têm sido desenvolvidos

para obter os exopolissacarídeos mais purificados das culturas microbianas. As técnicas de extração devem ser testadas e otimizadas de acordo com o objetivo final, seja ela qualitativa ou quantitativa. A purificação de exopolissacarídeos do extrato bruto (meio fermentado) pode ser feita por Cromatografia de troca aniônica DEAE-52 e Sephadex G-100 (RAHI et al., 2018) ou ainda ser fracionada com uma coluna de Q-Sepharose de fluxo rápido, dentre muitas outras técnicas (PRATHYUSHA, SHEELA, BRAMHACHARI, 2018)

Para a caracterização geral dos EPS as propriedades químicas, físicas e biológicas devem ser conhecidas para futuras aplicações. Uma técnica comumente utilizada é a análise de FT-IR (espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier) empregada para examinar a estrutura básica dos EPS. Para definir o peso molecular tem sido usada a cromatografia de permeação em gel (GPC) e análise de MALDI-TOF MS (*espectrometria de massa por ionização e desorção a laser assistida por matriz*) (SONG et al., 2011). Pela metodologia de RMN (ressonância magnética nuclear) é possível observar onde cada carbono/hidrogênio estão posicionados, auxiliando na caracterização. Também na etapa de caracterização a microscopia eletrônica de transmissão (MET) e a microscopia de força atômica (AFM) (SLETMOEN et al., 2003) são técnicas frequentemente empregadas. A associação dessas tecnologias tem possibilitado a identificação e caracterização das biomoléculas de interesse industrial.

4 | PROPRIEDADES DA LEVANA PARA USO NA COSMETOLOGIA

Levana apresenta alto potencial como ingrediente ativo a ser aplicado em formulações cosméticas e farmacêuticas. No entanto, apesar de apresentar inúmeras propriedades de interesse no âmbito cosmetológico, o seu uso nesta área ainda é escasso e existem poucos estudos científicos. Algumas propriedades biológicas da levana são importantes para sua utilização em cosmético, destacando a capacidade de retenção de água (hidratação), lubrificação, viscoelasticidade, solubilidade, antioxidante, anti-inflamatório, biocompatibilidade, biodegradável, entre outras. Desta forma, representa uma alternativa no tratamento do envelhecimento facial, principalmente para tratar rugas e linhas de expressão.

4.1 Capacidade de retenção de água (hidratação)

A pele é um órgão vital para o organismo humano, sendo considerado um revestimento complexo e composto essencialmente por três camadas: epiderme, derme e hipoderme, além do sistema celular. Este complexo forma uma “barreira cutânea” como uma ferramenta de proteção do nosso corpo e apresenta como funções: prevenção de entrada de bactérias e substâncias químicas, resistência às forças mecânicas, proteção contra radiação ultravioleta, descamação progressiva (renovação celular), controle da perda de água transepidérmica e retenção de água

intraepidérmica. Assim, o termo “hidratação” se refere ao mecanismo da epiderme em reter água, sobretudo no estrato córneo, bem como evitar a perda de água para o meio externo, de modo que a sua taxa de evaporação sempre se mantenha num nível normal. O conteúdo aquoso do estrato córneo é um dos mais importantes parâmetros na avaliação da função barreira, além da chamada perda transepidérmica de água (OLIVEIRA, 2009), isso faz a pele permanecer saudável, macia, com flexibilidade e elasticidade é o equilíbrio que existe no mecanismo de sua hidratação, na capacidade que o organismo tem de promover a renovação celular e nas substâncias que compõem a epiderme.

Kim et al. (2005) verificaram o efeito hidratante de levana avaliando a perda de água transepidérmica e o conteúdo de água na pele, usando um VapoMeter e um Corneômetro CM825, respectivamente. Os resultados da levana aplicado à pele foram comparados com os resultados de 0,2% de ácido hialurônico e água destilada. De acordo com a análise estatística dos dados, houve uma diminuição significativa na perda de água na pele resultado da aplicação de levana e ácido hialurônico, ao contrário de quando a água destilada foi aplicada. Os resultados do teor de água na pele usando um corneômetro CM825, mostraram a mesma tendência daqueles mencionados acima. Com base nesses dados, os autores concluíram que a levana apresenta um efeito hidratante substancial (KIM et al., 2005; KANG et al., 2009).

Segundo Yoo et al. (2004) e Calazans et al. (2000) a levana demonstra exercer excelentes efeitos como: suavização da pele, melhora da proliferação celular, hidratação da pele e alívio da irritação da pele como componente ativo em produtos cosméticos.

4.2 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante de levana tem sido estudada para a sua aplicação industrial. Abdel-Fattah et al. (2012) avaliaram o efeito antioxidante de levana produzida por *Bacillus subtilis* NRC1aza, por meio do método de 1,1-difenil-2-pirocil-hidrazil (DPPH), constatando uma alta atividade antioxidante no polímero. Liu et al. (2012) também verificaram a atividade antioxidante em levanas com diferentes pesos moleculares, produzidas pela bactéria endofítica *Paenibacillus polymyxa* EJS-3, os autores concluíram que todas as amostras testadas apresentaram boa atividade antioxidante.

Srikanth et al. (2015a) avaliaram a capacidade antioxidante de levana produzida por *Acetobacter xylinum* NCIM2526, utilizando também o método do DPPH, e concluíram que a levana isolada pode ser empregada como um forte antioxidante para aplicações farmacêuticas e biomédicas. A atividade antioxidante de levana também já foi relatada por Dahech et al. (2013) que verificaram esse efeito pelo aumentando das atividades das enzimas superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT).

4.3 Atividade anti-inflamatória

Levana obtida de várias fontes tem sido relatada apresentando uma boa atividade anti-inflamatória, essa propriedade é importante para aplicações na indústria farmacêutica, que apresenta atualmente uma demanda por produtos com essas características. Com o intuito de examinar a natureza anti-inflamatória de levana obtida de *Acetobacter xylinum* NCIM 2526, Srikanth et al. (2015a) realizaram um ensaio anti-inflamatório *in vitro* utilizando o método de desnaturação da proteína (BSA) e o diclofenaco de sódio como padrão. O fármaco padrão utilizado para o ensaio, mostrou um efeito inibitório máximo de 100% na concentração de 0,25 mg/mL e para levana foi observado uma atividade anti-inflamatória de 71,18% na mesma concentração. Dessa forma, os autores puderam concluir que a levana produzida por *A. xylinum* pode eficientemente ser usada como um agente anti-inflamatório.

Kim et al. (2005) também avaliaram o efeito anti-inflamatório de levana, no entanto, utilizou um método diferente de Srikanth et al. (2015a) onde os autores usaram uma pele artificial tridimensional para testar a atividade anti-inflamatória de levana. Depois de induzir uma irritação primária da pele artificial 3-D, aplicaram 0,01 mg/mL e 0,05 mg/mL de solução levana, e subseqüentemente, a quantidade de interleucina (IL-1 α), mediador pró-inflamatório durante o transporte do sinal intercelular secretada, foi medida. A pele artificial tratada com 0,01 mg/mL e 0,05 mg/mL de levana exibiu quantidade reduzida de IL-1 α , em comparação à pele artificial que não tinha sido tratada com levana. Diante disso, os resultados observados pelos autores, sugerem que a levana exerce um efeito na irritação da pele. No entanto, o mecanismo exato a este fenômeno não é claro. Apesar da levana testada ter um alto peso molecular, ela consegue proporcionar uma proliferação celular e efeitos anti-inflamatórios. Isto pode ser atribuído à sua capacidade de penetração, que é devido a distribuição de tamanho de partícula menor (170 a 300 nm), quando comparada com a de outros polissacarídeos (KANG et al, 2009).

4.4 Solubilidade

Os exopolissacarídeos tem sua solubilidade relacionada ao peso molecular e ramificações, que geralmente apresentam grupos carregados (ALMEIDA, 2015). Levana é solúvel tanto em água como em óleo devido suas ligações $\beta(2\rightarrow6)$. No entanto, a sua solubilidade em água é diferenciada, apresentando baixa solubilidade em água gelada e alta solubilidade em água quente (SRIKANTH et al., 2015b).

As soluções de levana em água normalmente permanecem líquidas em temperatura ambiente, enquanto concentrações semelhantes de outros polissacarídeos formam pastas ou géis espessos. Como muitos polissacarídeos, a levana não é solúvel na maioria dos solventes orgânicos, como metanol, acetona, etanol, n-propanol, metiletilcetona, isopropanol, lactato de etila, tolueno, sendo o dimetilsulfóxido (DMSO) uma exceção (MANANDHAR; VIDHATE; SOUZA, 2009).

Devido as propriedades de solubilidade e baixa viscosidade intrínseca deste polímero, estudos recentes estão explorando uma nova aplicação de levana como hidrogéis solúveis em água, estes estão ganhando destaque nas indústrias de alimentos, cosméticos e farmacêuticas (OSMAN et al., 2017; PENG et al., 2018).

5 | PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA

A levana possui um grande potencial como ingrediente ativo na indústria de cosméticos, por apresentar as principais propriedades como capacidade de retenção de água, atividades antioxidante e anti-inflamatória, com perspectivas de aplicação industrial.

Nosso grupo de pesquisa já desenvolveu um novo biocosmético com adição de levana, sintetizada pela levanasacarase de *Bacillus subtilis* natto. Este produto foi patenteado (BR 10 2018 069609 2) e as formulações desenvolvidas apresentaram alta atividade antioxidante, sendo 3,6 vezes maior do que a formulação base. O biocosmético permaneceu estável por 15 dias e a espalhabilidade do produto aumentou com a adição de levana. Atestando, que este produto pode ser promissor no segmento da indústria de cosméticos.

Além da formulação desenvolvida pelo nosso grupo de pesquisa, existem outros produtos com adição de levana, descrito por Kim et al. (2003) que relataram efeito hidratante, atividade de proliferação celular e alívio na irritação da pele. Também Peng et al. (2018) desenvolveram formulações de hidrogéis com a incorporação da levana e com boas propriedades físico-químicas. A patente (KR20080102486A) desenvolveu um sabonete facial suplementado com levana, que apresentou propriedades hidratantes e inibiu o ressecamento da pele.

Comercialmente a levana é produzida por algumas empresas, incluindo a Montana Polysaccharides Corporation (EUA) que usa uma espécie de *Bacillus*; Advance Co., Ltd. (Japão) com *Lactococcus sp.*; Gan Shmuel Group (Israel) pela levanasacarase e Rahn AG (Suíça) comercializa o produto com levana denominado Proteolea® utilizado para setores de cuidados pessoais.

Essas informações mostram que a busca do mercado por moléculas bioativas, de origem natural, que não agridam o meio ambiente está aumentando gradualmente nos últimos anos, o que demonstra o interesse dos consumidores por produtos que sejam mais seguros e ecologicamente corretos, assim a levana têm as características importantes e inovadoras para a geração de novos produtos cosméticos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Brasil) e o ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e

REFERÊNCIAS

- ABDEL-FATTAH, A.M.; GAMAL-ELDEEN, A.M.; HELMY, W.A.; ESAWY, M.A. **Antitumor and antioxidant activities of levan and its derivative from the isolate *Bacillus subtilis* NRC1aza.** Carbohydrate Polymers, v.89, p.314-322, 2012.
- ALMEIDA, J.P. **Triagem de isolados bacterianos de origem marinha visando a produção de exopolissacarídeos.** 69 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal da Bahia, 2015.
- AMNUAIKIT, T.; CHUSUIT, T.; RAKNAM, P.; BOONME, P. **Effects of a cellulose mask synthesized by a bacterium on facial skin characteristics and user satisfaction.** Medical Devices: Evidence and Research, v.4, p.77-81, 2011.
- BERSANETI, G.T.; PAN, N.C.; BALDO, C.; CELLIGOI, M.A.P.C. **Co-production of Fructooligosaccharides and Levan by Levansucrase from *Bacillus subtilis* natto with Potential Application in the Food Industry.** Applied Biochemistry and Biotechnology, v.184, p.838-851, 2017.
- CALAZANS, G.M.; LIMA, R. C.; DE FRANÇA, F. P.; LOPES, C. E. **Molecular weight and antitumour activity of *Zymomonas mobilis* levans.** International Journal of Biological Macromolecules, v.27, p.245-247, 2000.
- CHAMBERT, R.; PETIT-GLATRON, M.F. **Polymerase and hidrolase activities of *Bacillus subtilis* levansucrase can be separately modulated by site-directed mutagenesis.** Journal of Biochemical, v.276, p.35-41, 1993.
- CZAJA, W.; KRZYSTYNOWICZ, A.; BIELECKI, S.; BROWNJR, R. **Microbial cellulose-the natural power to heal wounds.** Biomaterials, v.27, p.145-151, 2006.
- DAHECH, I.; AYED, H. B.; BELGHITH, K. S.; BELGHITH, H.; MEJDOUB, H. **Microbial production of levansucrase for specific hydrolysis of levan.** International Journal of Biological Macromolecules, v.60, p.128-133, 2013.
- ERNANDES, F. M. P. G.; GARCIA-CRUZ, C. H. **Levana Bacteriana: aspectos tecnológicos, características e produção.** Semina: Ciências Agrárias, v.26, p.71-82, 2005.
- ERNANDES, F.M.P.G.; CRUZ, C.H.G. **Nutritional requirements of *Zymomonas mobilis* CCT 4494 for levan production.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v.54, p. 589-600, 2011.
- FIUME, M.M.; HELDRETH, B.; BERGFELD, W.F.; BELSITO, D.V.; HILL, R.A.; KLAASSEN, C.D.; LIEBLER, D.C.; MARKS JR, J.G.; SHANK, R.C.; SLAGA, T.J.; SNYDER, P.W.; ANDERSEN, F.A. **Safety Assessment of Microbial Polysaccharide Gums as Used in Cosmetics.** International Journal of Toxicology, v.35, p.5-49, 2016.
- FU, L.; ZHANG, J.; YANG, G. **Present status and applications of bacterial cellulose-based materials for skin tissue repair.** Carbohydrate Polymers, v.92, p.1432-1442, 2013.
- FURUKAWA, M.; TSUBOI, T. **Beautifully whitening agent.** Japanese patent 2006052146, 2006.
- FREITAS, F.; ALVES, V.D.; REIS, M.A.M. **Bacterial Polysaccharides: Production and Applications in Cosmetic Industry.** Springer International Publishing, p.1-24, 2015.
- GU, Y.; ZHENG, J.; FENG, J.; CAO, M.; GAO, W.; QUAN, Y.; DANG, Y.; WANG, Y.; WANG, S.; SONG, C. **Improvement of levan production in *Bacillus amyloliquefaciens* through metabolic optimization of regulatory elements.** Applied Microbiology and Biotechnology, v.101, p.4163-4174, 2017.

KANG, S.A.; JANG, K.; SEO, J.; KIM, H.K.; KIM, J.H.; RAIRAKHWADA, D.; SEO, M.J.; LEE, J.O.; HA, C.; KIM, C.; RHEE, S. **Levan: Applications and Perspectives**. Production of Biopolymers and Polymer Precursors, p.145-161, 2009.

KANLAYAVATTANAKUL, M.; LOURITH, N. **Biopolysaccharides for Skin Hydrating Cosmetics**. Springer International Publishing Switzerland, p.1867-1892, 2015.

KIRTEL, O.; MENÉNDEZ, C.; VERSLUYS, M.; VAN DEN ENDE, W.; HERNÁNDEZ, L.; TOKSOY ÖNER, E. **Levansucrase from *Halomonas smyrnensis* AAD6T: first halophilic GH-J clan enzyme recombinantly expressed, purified, and characterized**. Applied Microbiology and Biotechnology, v.102, p.9207-9220, 2018.

KIM, K.; KIM, K.; RYO, O.; LEE, T.; KIM, T. **Cosmetic composition containing levan having cellproliferation, skin-moisturizing and irritation-alleviating effects**. Japanese Patent 2003277225, 2003.

KIM, K.H.; CHUNG, C.B.; KIM, Y.H.; KIM, K.S.; HAN, C.S.; KIM, C.H. **Cosmeceutical properties of levan produced by *Zymomonas mobilis***. Journal Cosmetic Science., v.56, p.395–406, 2005.

KÜÇÜKAŞIK, F.; KAZAK, H.; GUNEY, D.; FINORE, I.; POLI, A.; YENIGUN, O.; NICOLAUS, B. **Molasses as fermentation substrate for levan production by *Halomonas* sp.** Applied Microbiology and Biotechnology, v.89, p.1729-1740, 2011.

LIU, J.; LUO, J.; YE, H.; ZENG, X. **Preparation, antioxidant and antitumor activities in vitro of different derivatives of levan from endophytic bacterium *Paenibacillus polymyxa* EJS-3**. Food and Chemical Toxicology, v.50, p.767-772, 2012.

LIU, Q.; YU, S.; ZHANG, T.; JIANG, B.; MU, W. **Efficient biosynthesis of levan from sucrose by a novel levansucrase from *Brenneria goodwinii***. Carbohydrate Polymers, v.157, p.1732-1740, 2017.

LU, L.; FU, F.; ZHAO, R.; JIN, L.; HE, C.; XU, L.; XIAO, M. **A recombinant levansucrase from *Bacillus licheniformis* 8-37-0-1 catalyzes versatile transfructosylation reactions**. Process Biochemistry, v.49, n.9, p.1503-1510, 2014.

MANANDHAR, S.; VIDHATE, S.; D'SOUZA, N. **Water soluble levan polysaccharide biopolymer electrospun fibers**. Carbohydrate Polymers, v.78, p.794-798, 2009.

NOVAK, A.C. **Evaluation of the cosmetic potential of the *Cyanobacterium Spirulina platensis***. Dissertação de Mestrado em Processos Biotecnológicos – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

NI, D.; XU, W.; BAI, Y.; ZHANG, W.; ZHANG, T.; MU, W. **Biosynthesis of levan from sucrose using a thermostable levansucrase from *Lactobacillus reuteri* LTH5448**. International Journal of Biological Macromolecules, v.113, p.29-37, 2018.

NISI, G.; CUOMO, R.; BRANDI, C.; GRIMALDI, L.; SISTI, A.; D'ANIELLO, C. **Carbon dioxide therapy and hyaluronic acid for cosmetic correction of the nasolabial folds**. Journal of Cosmetic Dermatology, v.15, p.169-175, 2016.

OLIVEIRA, A.Z.M. **Desenvolvimento de formulações cosméticas com ácido hialurônico**. 100 f. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Farmacêutica - Universidade do Porto, 2009.

ONER, E. T.; HERNÁNDEZ, L.; COMBIE, J. **Review of Levan polysaccharide: From a century of past experiences to future prospects**. Biotechnology Advances, v.34, p.827-844, 2016.

OSMAN, A.; ONER, E. T.; EROGLU, M. S. **Novel levan and pNIPA temperature sensitive hydrogels for 5-ASA controlled release**. Carbohydrate Polymers, v.165, p.61-70, 2017.

- PALANIRAJA, A.; JAYARAMANB, V. **Production, recovery and applications of xanthan gum by *Xanthomonas campestris***. Journal of Food Engineering, v.106, p.1-12, 2011.
- PENG, J.; XU, W.; NI, D.; ZHANG, W.; ZHANG, T.; GUANG, C.; MU, W. Preparation of a novel water-soluble gel from *Erwinia amylovora* levan. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.122, p. 469-478, 2018.
- PRATHYUSHA, A. M. V. N.; SHEELA, G. M.; BRAMHACHARI, P. V. **Chemical characterization and antioxidant properties of exopolysaccharides from mangrove filamentous fungi *Fusarium equiseti* ANP2**. Biotechnology Reports, 2018. <http://doi.org/10.1016/j.btre.2018.e00277>
- RADCHENKOVA, N.; PANCHEV, I.; VASSILEV, S.; KUNCHEVA, M. DOBREVA, S.; KAMBOUROVA, M. **Continuous cultivation of a thermophilic bacterium *Aeribacillus pallidus* 418 for production of an exopolysaccharide applicable in cosmetic creams**. Journal of Applied Microbiology, v.119, p.1301-1309, 2015.
- RAHI, D. K.; NANDA, A.; MALIK, D.; RAHI, S. **Antioxidant Properties of Exopolysaccharides Produced by an Indigenous Species of *Penicillium***. International Journal of Pharma Research and Health Sciences v. 6, p. 2462–2467, 2018.
- SANTOS, L. F.; CAVALCANTI, O. A.; CELLIGOI, M. A. C. **Produção e aplicação de polissacarídeos: um enfoque na levana e os potenciais dispositivos**. Revista Saúde e Pesquisa, v.4, p.254-270, 2011.
- SANTOS, L.F.; MELO, F.C.B.C.; PAIVA, W.J.M.; BORSATO, D.; SILVA, M.L.C.C.; CELLIGOI, M.A.P.C. **Characterization and optimization of levan production by *Bacillus subtilis* natto**. Romanian Biotechnological Letters, v.18, p.8413-8422, 2013.
- SILBIR, S.; DAGBAGLI, S.; YEGIN, S.; BAYSAL, T.; GOKSUNGUR, Y. **Levan production by *Zymomonas mobilis* in batch and continuous fermentation systems**. Carbohydrate Polymers, v.99, p.454-461, 2014.
- SIMMS, P.; BOYKO, W.; EDWARDS, J. **The structural analysis of a levan produced by *Streptococcus salivarius* SS2**. Carbohydrate Research, v.208, p.193-198, 1990.
- SLETMOEN, M.; MAURSTAD, G.; SIKORSKI, P.; PAULSEN, B.S.; STOKKE, B. T **Characterisation of bacterial polysaccharides: steps towards single-molecular studies**. Carbohydrate Research, vol. 338, no. 23, pp. 2459–2475, 2003.
- SOLWAY, D.R.; CONSALTER, M.; LEVINSON, D.J. **Microbial cellulose wound dressing in the treatment of skin tears in the frail elderly**. Wounds, v.22, p.17-19, 2010.
- SONG, Y.; SONG, N.; KIM, J.; NHO, Y.; BAIK, S. **Exopolysaccharide produced by *Bacillus licheniformis* strains isolated from Kimchi**. The Journal of General and Applied Microbiology, v 175, p. 169-175, 2011.
- SHIH, I.-L.; YU, Y.-T. **Simultaneous and selective production of levan and poly (gamma-glutamic acid) by *Bacillus subtilis***. Biotechnology Letters, v.27, p.103-106, 2005.
- SRIKANTH, R.; SIDDARTHA, G.; SUNDHAR REDDY, C. H. S. S.; HARISH B.S.; JANAKI RAMAIAH, M.; UPPULURI, K. B. **Antioxidant and anti-inflammatory levan produced from *Acetobacter xylinum* NCIM2526 and its statistical optimization**. Carbohydrate Polymers, v.123, p.8-16, 2015a.
- SRIKANTH, R.; REDDY, C.H.S.S.S.; SIDDARTHA, G.; RAMAIAH, M.J.; UPPULURI, K.B. **Review on production, characterization and applications of microbial levan**. Carbohydrate Polymers, v.120, p.102-114, 2015b.

TOMULESCU, C.; STOICA, R.; SEVCENCO, C.; CĂȘĂRICĂ, A.; MOSCOVICI, M.; VAMANU, A. **LEVAN - A MINI REVIEW**. Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies, v.20, p.309-317, 2016.

WU, F.-C.; CHOU, S.-Z.; SHIH, I.-L. **Factors affecting the production and molecular weight of levan of *Bacillus subtilis* natto in batch and fed-batch culture in fermenter**. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, v.44, p.846-853, 2013.

YOO, S.-H.; YOON, E. J.; CHA, J.; LEE, H. G. **Antitumor activity of levan polysaccharides from selected microorganisms**. International Journal of Biological Macromolecules, v.34, p.37-41, 2004.

ZHANG, T.; LI, R.; QIAN, H.; MU, W.; MIAO, M.; JIANG, B. **Biosynthesis of levan by levansucrase from *Bacillus methylotrophicus* SK 21.002**. Carbohydrate Polymers, v.101, p.975-981, 2014.

SÍNTESE E PURIFICAÇÃO DA FTALOCIANINAS DE COBRE

Carlos Alberto Mitio Hirano

Pós-Graduando Stricto Sensu em Mestrado
Acadêmico em Eng. Mecânica – IFSP-Campus
São Paulo,
caloshirano@ifsp.edu.br

Paulo Sergio Calefi

IFSP – Instituto Federal de São Paulo – Campus
Sertãozinho,
pscalefi@gmail.com

RESUMO: Ftalocianinas (PC) são moléculas planares que apresentam propriedades únicas, são macrociclos aromáticos sintéticos com grande estabilidade térmica e química, empregando em uma ampla variedade de aplicações tecnológicas.

Ftalocianinas, consiste num composto orgânico de fórmula $(C_6H-C_2N)_4N_4$, cuja estrutura inclui um anel constituído por oito átomos de nitrogênio e oito de carbono unidos mediante ligações duplas conjugadas.

Visando investigar as propriedades semicondutoras da ftalocianina em sua arquitetura molecular (crescimento controlado, morfologia e organização molecular).

O interesse é estudar e entender a influência quimicamente diferentes (e com fases diferentes) sobre a superfície de materiais semicondutores.

Ftalocianinas são geralmente preparadas pela

ciclotrimerização alta temperatura processos de qualquer ftalonitrilo ou anidrido ftálico, nos quais o efeito molde é assegurada por um cátion de um metal adequado é necessária

A ftalocianina de cobre (CuPc), por exemplo, tem sido destacada como material fotossensível utilizado na fabricação de discos graváveis como CD-R, CD-RW, DVD-R ou DVD-RW, sensores químicos, células solares e fotovoltaicas, cristais líquidos, entre outras.

Ftalocianinas são geralmente preparadas pela ciclotrimerização alta temperatura processos de qualquer ftalonitrilo ou anidrido ftálico, nos quais o efeito molde é assegurada por um cátion de um metal adequado é necessária.

PALAVRAS-CHAVE: ftalocianina; síntese; semicondutores; cobre;

ABSTRACT: Phthalocyanines (PC) are planar molecules exhibit unique properties, are synthetic aromatic macrocycles with high thermal and chemical stability, employing in a wide variety of technological applications.

Phthalocyanines, consisting of an organic compound of formula $(C_6H-C_2N)_4N_4$ whose structure includes a ring made up of eight nitrogen atoms to eight carbon united by conjugated double bonds.

In order to investigate the semiconducting properties of phthalocyanine in its molecular

architecture (controlled growth, morphology and molecular organization).

The interest is to study and understand the influence chemically different (and with different phases) on the surface of semiconductor materials.

Phthalocyanines are usually prepared by high temperature processes cyclotrimerization of any phthalonitrile or phthalic anhydride, in which the mold effect is ensured by a suitable metal cation is necessary

The copper phthalocyanine (CuPc), for example, has been highlighted as photosensitive material used in the manufacture of recordable discs such as CD-R, CD-RW, DVD-R or DVD-RW, chemical sensors, solar and photovoltaic cells, liquid crystal , among others. Phthalocyanines are usually prepared by cyclotrimerization of any high temperature processes phthalonitrile or phthalic anhydride, in which the mold effect is ensured by a suitable cation of a metal is required.

KEYWORDS: Phthalocyanine ; synthesis; semiconductors; copper;

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos uma grande atenção foi dada ao uso de semicondutores e condutores orgânicos na construção de dispositivos eletrônicos, pois com estes materiais é possível obter-se filmes finos uniformes utilizando processos simples e de baixo custos, tais como centrifugação e impressão.

Dentre a classe de compostos orgânicos existentes, as ftalocianinas metálicas (MPc's) são bem conhecidas pela alta estabilidade térmica e química, pelas propriedades semicondutoras que podem ser alteradas pela adsorção e dessorção de gases, por exibir estabilidade térmica e química, habilidade em formar filmes finos bem ordenados com dimensões manométricas, pela larga faixa de absorção dentro da região visível (ZANFOLIM; VOLPATI; OLIVATI; JOB; CONSTATINO, 2010, v. 114, p. 12290–12299) e, por isso, tem sido amplamente aplicadas em dispositivos eletrônicos, tais como sensores (JAKUBIK, 2009, v. 517, p. 6188–6191), células solares (PFUETZNER; MEISS; PETRICH; RIEDE; LEO, 2009, v. 94, p. 253303).

Este estudo abrange a caracterização morfológica e elétrica dos ftalocianinas, consiste num composto orgânico de fórmula $(C_6H-C_2N)_4N_4$, cuja estrutura inclui um anel constituído por oito átomos de nitrogênio e oito de carbono unidos mediante ligações duplas conjugadas.

Esta molécula possui no centro do anel dois átomos de hidrogênio ligados a um nitrogênio pertencentes às aminas (composto químicos orgânicos nitrogenados).

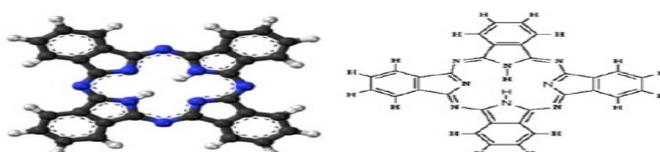


Fig.01- Estrutura molecular da ftalocianina de base livre

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O método utilizado é de irradiação de micro-ondas (MW), sendo o equipamento microondas CEM-Discover, que pode acelerar um grande número de processos químicos, e em particular, a reação do tempo de ação e entrada de energia, devem ser principalmente em reações que são executadas por um longo tempo em altas temperaturas. Este método têm sido estudado em síntese de moléculas orgânicas e inorgânicas. Devido ao curto tempo gasto durante o processo de cristalização dos materiais oferecendo seletividade de etapas e facilidade no controle da morfologia. É bem sabido que a microondas (MW) de irradiação pode acelerar um grande número de processos químicos, e, em particular, o tempo reação e entrada de energia devem ser principalmente reduzidas em as reações que são executados por um longo tempo em altas temperaturas sob condições convencionais. O processamento de microondas tem atraído potencial como uma alternativa para o processamento térmico clássico por causa da vantagem inerente de aquecimento por microondas, que é seletiva, direta, rápida, interna e controlável. A síntese de ftalocianinas sob irradiação de microondas reduz os tempos de reação e melhora o rendimento em comparação com o método clássico.

Metil Ftalocianina de Cobre

A síntese para obtenção da “Metil Ftalocianina de Cobre”, através da técnica de micro-ondas (MW), as reações realizadas numa variedade de solventes, bem como em condições livres de solvente, mas ambos os processos necessitam temperatura acima 200 °C e de reação longos tempos.

Foram utilizados os seguintes compostos para a reação 4-metil ftalonitrilo (0,77mmol), cloreto de cobre (II) monohidratado ($\text{CuCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) (0,39 mmol), 2ml dimetilaminoetanolamina (DMAE), a reação aquecida à 180°C sob irradiação com micro-ondas, a 300 W por 15 minutos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a síntese o produto fica misturado com subprodutos da reação e fica com uma cor escura, como visto no alto da coluna. Após purificar utilizando coluna cromatográfica, a metil ftalocianina de cobre é separada das demais impurezas apresentando uma coloração azul.

O solvente utilizado foi tolueno para iniciar a coluna e a polaridade foi aumentada com THF a 5% e 10%.



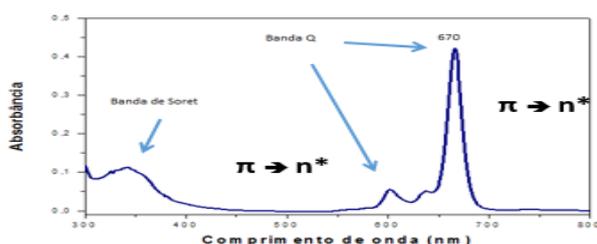
Através do método da coluna, coletamos as amostras de Ftalolueno e dissolvemos em solvente (Tolueno) numa pequena porcentagem.

Para retirar o solvente utilizamos o Rota evaporador. Separamos o produto em duas frações. A primeira com os 10 primeiros tubos de ensaio, que provavelmente apresentem maior pureza. A segunda com o restante dos tubos e com o que foi coletado no Becker.

Abaixo o produto já purificado



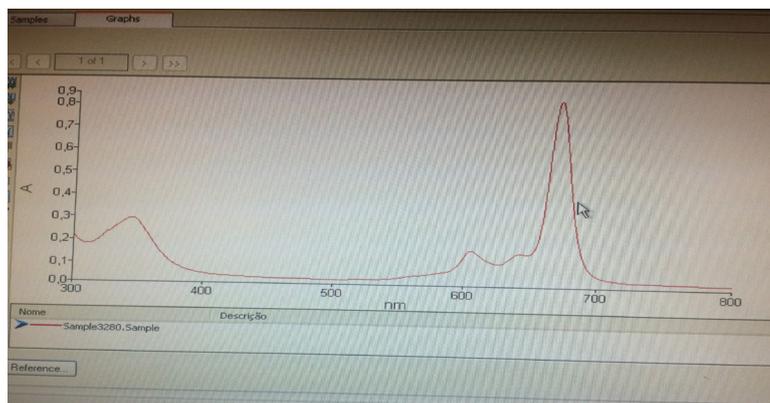
Para caracterização dos materiais foram utilizados os espectros de absorção na região do ultravioleta-visível, conforme o descobridor químico suíço Jacques-Louis Soret



4 | CONCLUSÕES

Espectro na região do UV-Vis após purificação, A banda em ~ 350 nm (Banda B ou de Soret) e as duas bandas em ~ 605 nm e 680 nm (Bandas B) são características deste tipo de composto.

Comprovando que o produto é a ftalocianina de Cobre.



AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFABC e ao aluno do mestrando Charles Biral pela cooperação nos ensaios realizados.

REFERÊNCIAS

AKCELRUD, L. Fundamentos da Ciência dos Polímeros. 1ª ed. São Paulo: Manole Editora, 2007.

CALLISTER JR, W. D. Ciência e engenharia de materiais: uma introdução. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

MCKEOWN, N.B. **Phthalocyanine materials: synthesis, structure and function**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. 211 p.

PFUETZNER; MEISS; PETRICH; RIEDE; LEO, 2009, v. 94, p. 253303

ZANFOLIM; VOLPATI; OLIVATI; JOB; CONSTATINO, 2010, v. 114, p. 12290–12299)
file:///C:/Users/carlo/Downloads/937-5138-3-PB.pdf

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MANGA EM CALDA ELABORADA COM A VARIEDADE *Tommy atkins*

Ana Paula Costa Câmara

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Coordenação do Curso Técnico em Agroindústria (CCTA)

Macaíba – Rio Grande do Norte

Érica Braga de Sousa Vieira

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Coordenação do Curso Tecnológico de Alimentos (CTA)

Sousa – Paraíba

Cristiane Rodrigues de Araújo Penna

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Coordenação do Curso Tecnológico de Alimentos (CTA)

Sousa – Paraíba

Robson Rogério Pessoa Coelho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Coordenação do Curso Técnico em Agroindústria (CCTA)

Macaíba – Rio Grande do Norte

Íris Braz da Silva Araújo

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA)

Bananeiras – Paraíba

RESUMO: Devido ao excelente sabor aliado às boas características nutritivas e funcionais, a cultura da manga ganhou importância econômica, estando entre as dez culturas mais plantadas no mundo, e se apresenta como um

das principais culturas das regiões tropicais. Sabe-se que o processamento de frutas em calda é uma alternativa promissora para a sua conservação por proporcionar um sabor agradável, com o aumento da doçura, além de proporcionar uma boa conservação do produto por tempos longos. Nesse sentido, objetivou-se elaborar e avaliar as características físico-químicas da manga em calda elaborada com a variedade Tommy Atkins. Aplicou-se o planejamento fatorial 2^2 com 3 repetições no ponto central, sendo as variáveis independentes as quantidades de sacarose e glicose e como variável dependente a intenção de compra. Formularam-se caldas com água potável, sacarose (açúcar cristal), glicose de milho e ácido cítrico. Na avaliação sensorial utilizou-se a escala hedônica, para os atributos: aparência, cor, aroma, sabor, textura e aceitação global, os extremos foram “desgostei muitíssimo” (1) e “gostei muitíssimo” (5), para o teste de intenção de compra aplicou-se escala de 5 pontos, onde “Certamente não compraria” (1) e “Certamente compraria” (5). As melhores formulações obtidas sensorialmente foram avaliados nos parâmetros físico-químicos de umidade, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH, proteínas, lipídios, resíduo mineral fixo (cinzas), açúcares redutores e açúcares não redutores. A variedade Tommy Atkins atendeu aos requisitos

de manga em calda, visto que os resultados das análises físico-químicas foram muito satisfatórios para as formulações destaques na avaliação sensorial.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia; Fruta em calda; *Tommy Atkins*.

ABSTRACT: Due to the excellent taste coupled with good nutritional and functional characteristics, mango cultivation has gained economic importance, being among the ten most planted crops in the world, and presents itself as one of the main crops of the tropical regions. It is known that the processing of fruit in syrup is a promising alternative for its preservation by providing a pleasant taste with the increase of sweetness, in addition to providing a good preservation of the product for long times. In this sense, the objective was to elaborate and evaluate the physico-chemical characteristics of mango in syrup elaborated with the Tommy Atkins variety. The 2² factorial design was applied with 3 repetitions at the central point, the independent variables being the amounts of sucrose and glucose and as a dependent variable the intention to buy. Caldas with drinking water, sucrose (crystal sugar), corn glucose and citric acid were formulated. In the sensorial evaluation the hedonic scale was used, for the attributes: appearance, color, aroma, flavor, texture and global acceptance, the extremes were “very disagreeable” (1) and “liked very much” (5), for the test of purchase intention was applied 5-point scale, where “Certainly would not buy” (1) and “Certainly would buy” (5). The best formulations obtained were evaluated in the physicochemical parameters of moisture, total soluble solids (TSS), titratable total acidity (ATT), SST / ATT ratio, pH, proteins, lipids, fixed mineral residue (ashes), reducing sugars and non-reducing sugars. The Tommy Atkins variety met the requirements of mango in syrup, since the results of the physico-chemical analyzes were very satisfactory for the formulations emphasized in the sensorial evaluation.

KEYWORDS: Technology; Fruit in syrup; Tommy Atkins.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um celeiro de espécies frutíferas, consequência da sua grande extensão territorial, posição geográfica e das condições edafoclimáticas. De todo território nacional, o Nordeste destaca-se por produzir grande variedade de frutos tropicais e subtropicais, em decorrência do clima seco e do alto nível de exposição solar, permitindo uma boa produtividade (IBRAF, 2014). Segundo Matos (2000) devido ao excelente sabor aliado às boas características nutritivas e funcionais, a cultura da manga ganhou importância econômica, estando entre as dez culturas mais plantadas no mundo, e se apresenta como um das principais culturas das regiões tropicais. De acordo com a Pesquisa Agrícola dos Municípios (PAM) do IBGE, a produção nacional de manga foi de 1.002.189 toneladas no ano de 2016.

A manga é uma das frutas mais procuradas mundialmente, e a variedade Tommy Atkins possui maior participação no mercado mundial, devido, principalmente, à coloração intensa, ao bom rendimento e à resistência ao transporte em longas

distâncias (Neves, 2009). A partir da manga, podem-se preparar produtos minimamente processados, doces em calda (fatias, pedaços ou rodela), néctar, polpa, doce em massa ou mangada, suco simples e concentrado, congelado, geleias, fatias ou pedaços congelados ou refrigerados, fatias cristalizadas, cereais de manga, vinho e vinagre e ainda produtos menos conhecidos, como produtos de manga verde ou imatura, conhecidos na Índia como “amchur” ou “amchoor” e o “chutney” (Manica *et al.*, 2001).

Segundo Gonçalves (2002), produtos processados ou elaborados são potencialmente diferenciáveis e, portanto, agregam mais valor, gerando maiores receitas e colaboram com a geração de novos postos de trabalho no país. A fruta em calda é considerada mundialmente como um produto de primeira linha das indústrias de conservas de frutas e tem ampla aceitação pelos consumidores (Sabedot, 2010). De acordo com a legislação brasileira, a fruta em calda é definida como o produto obtido de frutas inteiras ou em pedaços, com ou sem sementes ou caroços, com ou sem casca, e submetidas a cozimento incipiente, envasadas em embalagens de lata ou vidro, praticamente cruas e cobertas com calda de açúcar. Depois de envasado e fechado, o produto é submetido a um tratamento térmico adequado (Confederação Nacional de Saúde, 1979).

Sabe-se que o processamento de frutas em calda é uma alternativa promissora de conservação de frutas por proporcionar um sabor agradável, com o aumento da doçura, e permitir uma boa conservação do produto por tempos longos. Nesse sentido, objetivou-se elaborar e avaliar as características físico-químicas da manga em calda elaborada com a variedade Tommy Atkins.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Planejamento experimental

Aplicou-se o planejamento fatorial 2^2 com 3 repetições no ponto central, totalizando sete ensaios (Rodrigues & Lemma, 2009). As variáveis independentes, sacarose e glicose (% da massa de sacarose) presentes nas caldas (Tabelas 1 e 2) foram baseados em Paiva & Neto (2006), os quais recomendam para uma calda com 60 °Brix, a adição de 1.500 g de açúcar cristal para um litro de água, sendo esse o maior nível. Para o valor médio utilizou-se 750 g de sacarose, e o menor nível foi 500 g de sacarose. De acordo com a legislação, o brix da calda deve ficar entre 30 ° e 65 °. Para os níveis de glicose, utilizaram-se os valores de 0, 10 e 20 % da massa de sacarose, como mínimo, médio e máximo respectivamente. A variável dependente foi a intenção de compra obtida na análise sensorial.

Variável	Nível -1	Nível 0	Nível +1
Sacarose (g)	500	750	1.500
Glicose (%)	0	10	20

Tabela 1 – Valores codificados e reais das variáveis de entrada

Ensaio	Variável 1	Variável 2
1	-1(500 g)	-1(0 %)
2	1(1.500 g)	-1(0 %)
3	-1(500 g)	1(20 %)
4	1(1.500 g)	1(20 %)
5	0 (750 g)	0 (10 %)
6	0 (750 g)	0 (10 %)
7	0 (750 g)	0 (10 %)

Tabela 2 – Matriz de planejamento fatorial completo 2² com 3 pontos centrais.

As frutas utilizadas no processamento foram adquiridas no comércio local de Sousa - PB e transportadas até a área de recepção do setor agroindustrial de frutas e hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Unidade São Gonçalo, selecionadas com grau de maturação regularmente uniforme, em bom estado de sanidade e livres de avarias. As formulações da calda foram constituídas de água potável, sacarose (açúcar cristal), glicose de milho e ácido cítrico (Tabela 3).

Formulação	Água	Sacarose	Glicose	Ácido Cítrico
F1	1L	500g	0g	1,25g
F2	1L	1500g	0g	3,75g
F3	1L	500g	100g	1,25g
F4	1L	1500g	300g	3,75g
F5	1L	750g	75g	1,87g
F6	1L	750g	75g	1,87g
F7	1L	750g	75g	1,87g

Tabela 3 – Formulações utilizadas na elaboração das caldas.

2.2 Elaboração da manga em calda e cálculo do rendimento

O produto foi elaborado de acordo com as etapas a seguir, seguindo o fluxograma do processamento da manga em calda (Figura 1).

- Após a seleção as mangas foram lavadas e sanitizadas, mantendo-as por um período de 15 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio, na concentração de 200 ppm (0,02 %) de cloro ativo, assim como todos os utensílios utilizados no processamento do material, como tábuas, bancadas e facas.
- O descascamento e descaroçamento realizado manualmente com a utilização de facas de aço inoxidável, sendo em seguida cortadas em cubos uniformes com tamanho médio de 15 mm.
- O branqueamento foi feito pela aplicação de vapor diretamente sobre a matéria-prima, a uma temperatura próxima de 100 °C durante 2 minutos, posteriormente realizou-se o resfriamento em câmara fria, para dar firmeza e interromper o aquecimento.
- Fez-se o preparo da calda separadamente em tachos de inox com agitação e as impurezas coaguladas removidas com escumadeira. A calda

foi previamente aquecida por um período mínimo de 5 minutos em ebulição para eliminar os resíduos de anidrido sulfuroso (SO₂), provenientes do açúcar, que poderiam formar gás sulfídrico em contato com metais da embalagem acelerando a corrosão, em seguida filtrada para eliminar impurezas contidas no açúcar (Torrezan, 2000).

e) O envase foi realizado manualmente, sendo os cubos de manga colocados em potes de vidro com capacidade de 500 g, com a adição do xarope logo em seguida, controlando a temperatura, em torno de 75 °C, deixando um espaço livre equivalente a 10 % do volume da embalagem, a fim de evitar deformação por dilatação durante o aquecimento.

f) Após o tratamento térmico onde os vidros foram deixados totalmente submersos no “banho-maria” durante 15 minutos, os doces foram identificados e armazenados à temperatura ambiente para a realização das avaliações.

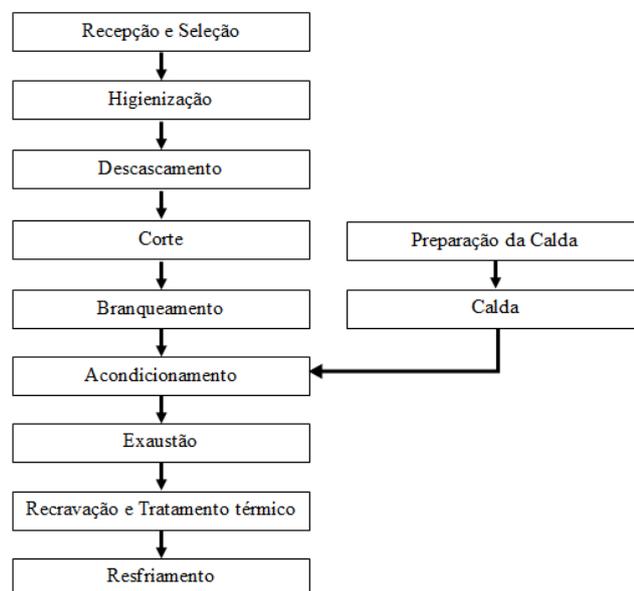


Figura 1 – Fluxograma do processamento da manga em calda. Fonte: Adaptado de Paiva & Neto (2006).

A obtenção de informações sobre rendimento é importante, pois com esses dados pode-se estimar a produção, as perdas no processamento e também calcular o custo de produção e venda do produto. Para o cálculo do rendimento, pesaram-se as mangas inteiras e ao finalizar o processamento pesaram-se os resíduos, como cascas, caroços e partes não aproveitáveis das frutas, pela diferença de peso (mangas inteiras – resíduos) calculou-se o rendimento.

2.3 Avaliação sensorial

A análise sensorial foi realizada apenas quando atestada a segurança microbiológica com os padrões da RDC nº 12, que determinam os Padrões Microbiológicos de Qualidade para doce em calda, sendo os seguintes microrganismos: bolores e leveduras (Brasil, 2001).

O teste sensorial de aceitabilidade foi desenvolvido no setor agroindustrial do IFPB

– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, no Campus Sousa, com 70 julgadores não treinados, sendo eles alunos e servidores da instituição, na faixa etária de 18 a 36 anos. As amostras com codificação numérica de três dígitos de forma aleatória foram servidas a temperatura ambiente, apresentadas simultaneamente, acompanhadas de água mineral e bolacha água e sal para remoção do sabor residual e da ficha de avaliação (Figura 2). Os julgadores avaliaram as mangas em calda por meio de escala hedônica de nove pontos, segundo a metodologia de Faria & Yotsuyanagi (2002), no qual o ponto 1 refere-se a “desgostei muitíssimo” e o ponto 9 “gostei muitíssimo”.



Figura 2 – Distribuição das amostras de manga em calda para a análise sensorial.

Os atributos avaliados foram: aparência, cor, aroma, sabor e textura. Outro item avaliado foi o quesito aceitação global, no qual os julgadores atribuíram notas gerais de acordo com a impressão de todos os atributos sensoriais listados. Para o teste de intenção de compra adotou-se uma segunda escala hedônica estruturada em cinco pontos, nos quais os pontos extremos são: “Certamente não compraria” (1) e “Certamente compraria” (5) (Faria & Yotsuyanagi, 2002).

2.4 Avaliação físico-química

As características físico-químicas dos ensaios de manga em calda foram comparadas as da manga *in natura*, para identificar a influência do processamento na composição química da matéria-prima.

A análise de umidade foi realizada segundo a técnica gravimétrica, com o emprego do calor em estufa a 105 °C, por 24 horas. Para a determinação de cinzas, a amostra foi evaporada em banho-maria, seca em chapa elétrica, carbonizada em temperatura baixa e incinerada em mufla a 550 °C, até eliminação completa do carvão (AOAC, 2012).

O extrato etéreo (lipídios) e substâncias lipossolúveis foram extraídos nas amostras com solvente orgânico (éter etílico) usando o aparelho de extração contínua tipo Soxhlet, segundo método da AOAC (2012). Obteve-se a proteína pelo Método de Kjeldahl, para o cálculo usou-se o fator de conversão 6,5 (IAL, 2008).

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por refratometria, utilizando-se um refratômetro portátil, marca Instrutherm, modelo TR-30ACT para manga *in natura* e modelo RT-60ACT para a calda e os cubos, os resultados expressos em ° Brix (IAL, 2008).

A acidez total titulável expressa em gramas de ácido cítrico por 100 gramas

de amostra. Pesou-se 5 g da amostra homogeneizada em Erlenmeyer, diluiu-se com aproximadamente 100 mL de água destilada e adicionou 0,3 mL de solução de fenolftaleína. A Titulação foi realizada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M com agitação constante, até atingir coloração rósea persistente por 30 segundos (IAL, 2008). A relação entre os sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT) foi obtida pela razão das medidas.

Para a determinação do pH, utilizou-se um pHmetro. As amostras foram diluídas na proporção de 1:10 (p/v), em água destilada, o eletrôdo foi imerso na solução e aguardou-se a leitura do equipamento (IAL, 2008).

Os açúcares redutores e não redutores, foram determinados utilizando-se o método de Lane-Eynon. O cálculo das quantidades de açúcares foi realizado por meio de equações (Equações 1, 2 e 3).

$$\text{Glicídios redutores em glicose (\%)} = \frac{100 \times 250 \times T}{V \times P} \quad (1)$$

$$\text{Glicídios totais em glicose (\%)} = \frac{100 \times 500 \times T}{V \times P} \quad (2)$$

Onde:

T = título da solução de Fehling em açúcar redutor (0,05)

V = Volume da amostra gasto na titulação em mL

P = peso da amostra em gramas

$$\% \text{ de Açúcares não redutores} = (\% \text{ glicídios totais} - \% \text{ glicídios redutores}) \times 0,95 \quad (3)$$

A cor foi mensurada em Colorímetro Minolta (CR-400, Konica Minolta, Sensing Inc.) sistema CIELAB (L*a*b*), Em relação ao sistema CIELAB L* a* b*, o valor L* expressa à luminosidade ou claridade da amostra que pode variar de 0 a 100. a* está relacionado com valores positivos, indicando a coloração vermelha e quando negativos a coloração verde e b* está relacionado à intensidade da cor amarela quando os valores são positivos, e azul quando negativos (Prati *et al.*, 2005) . Para a determinação de carotenoides totais, pesou-se em béquer, 1g da amostra de cada tratamento. A amostra foi submetida à extração de pigmentos com acetona pura gelada, por meio de maceração durante 10 minutos, o extrato foi filtrado para retirada de interferentes e logo em seguida foi colocado em funil de separação, adicionado 20 mL de éter de petróleo e lavado com 2 litros de água destilada para retirada total da acetona, após a remoção da acetona, o extrato com o pigmento foi aferido para o volume final de 30 mL de éter de petróleo e feita à leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 450nm (Rodriguez-Amaya, 1999).

2.5 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos na análise sensorial de aceitabilidade e nas análises físico-químicas, de manga *in natura* e das formulações de manga em calda, foram tabulados utilizando o software estatístico, STATISTICA versão 5.0, e submetidos à análise de

variância (ANOVA) e teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico “Assistat Beta 7.7” (Silva & Azevedo, 2016), para avaliar a diferença significativa entre as amostras.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O cálculo do rendimento do processamento e os resultados obtidos em porcentagem (Tabela 4).

Matéria-prima para Elaboração de Manga em Calda	Descarte	
	Caroço + Aparas*	Casca
61,27 %	25,59 %	13,14 %

Tabela 4 – Rendimento da parte comestível para elaboração de manga em calda.

*Cortes irregulares não aproveitáveis no processamento.

O rendimento da parte comestível utilizada no processamento de manga em calda foi 61,27 %, resultado inferior ao obtido por Silva, *et al.* (2009) que em suas análises encontraram valores de rendimento integral da polpa de manga correspondente a 75 % para a variedade Tommy Atkins. A manga estudada possui tamanho de médio a grande, e apesar do não aproveitamento total da polpa, o rendimento foi satisfatório, pois para frutos de mangueira considerados grandes, o rendimento de polpa é cerca de 60 a 70 % (Ramos *et al.*, 2004).

A análise de densidade da calda foi realizada para verificar se as formulações estudadas encontravam-se em conformidade com a legislação vigente para fruta em calda (Tabela 5).

Formulações	Concentração da Calda (°Brix)
F1	29,87 ± 0,06 e
F2	30,53 ± 0,12 d
F3	37,43 ± 0,06 b
F4	40,03 ± 0,05 a
F5	33,03 ± 0,11 c
F6	33,03 ± 0,15 c
F7	33,06 ± 0,05 c

Tabela 5 – Análise da Densidade da calda em °Brix.

A Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) determina por meio da Resolução nº 12, de 24 de julho de 1978, que a densidade da calda medida em °Brix para fruta em conserva seja entre 14 e 40° (BRASIL, 1978), todos os tratamentos utilizados nesse estudo, encontram-se em conformidade com a legislação para fruta em calda. O °Brix variou de 29,87 (F1) a 40,03 (F4). Houve diferença significativa para todos os tratamentos, já que os tratamentos F5, F6 e F7 são repetições determinadas pelo planejamento fatorial.

Os resultados obtidos na análise microbiológica encontram-se abaixo dos

parâmetros estabelecidos pela legislação, e a análise sensorial foi avaliada em função das médias obtidas de todos os provadores para cada um dos atributos (Tabela 6).

Ensaio	Aparência*	Cor*	Aroma*	Sabor*	Textura*	Aceitação global*	Intenção de compra**
F1	7,6 ± 1,2 a	7,8 ± 1,0 a	7,6 ± 1,2 a	7,5 ± 1,3 a	7,2 ± 1,5 a	7,5 ± 1,2 a	3,99 ± 1,0 b
F2	7,8 ± 1,3 a	7,9 ± 1,2 a	7,6 ± 1,1 a	7,4 ± 1,4 a	7,3 ± 1,5 a	7,7 ± 1,0 a	4,03 ± 0,9 a
F3	7,6 ± 1,2 a	7,6 ± 1,3 a	7,4 ± 1,5 a	7,2 ± 1,6 a	7,1 ± 1,6 a	7,3 ± 1,3 a	3,66 ± 1,2 d
F4	7,7 ± 1,3 a	7,9 ± 1,1 a	7,7 ± 1,1 a	7,6 ± 1,3 a	7,4 ± 1,4 a	7,8 ± 1,1 a	4,00 ± 0,9 a
F5	7,7 ± 1,1 a	7,7 ± 1,1 a	7,6 ± 1,1 a	7,4 ± 1,6 a	7,1 ± 1,6 a	7,5 ± 1,2 a	3,97 ± 1,0 b
F6	7,8 ± 1,1 a	7,9 ± 1,1 a	7,7 ± 1,2 a	7,6 ± 1,3 a	7,2 ± 1,5 a	7,6 ± 1,3 a	3,97 ± 1,0 b
F7	7,8 ± 1,0 a	7,9 ± 1,1 a	7,5 ± 1,3 a	7,4 ± 1,4 a	7,3 ± 1,3 a	7,5 ± 1,2 a	3,91 ± 1,0 c

Tabela 6 – Médias dos atributos sensoriais das amostras de manga em calda.

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Médias seguidas de desvio padrão.

*Médias obtidas de 70 repetições através de escala hedônica de nove pontos.

** Médias obtidas de 70 repetições através de escala hedônica de cinco pontos.

A todos os aspectos sensoriais avaliados foram atribuídas notas similares. Houve diferença significativa para o item intenção de compra, para os demais aspectos não houve diferença significativa, comprovando-se a semelhança entre os tratamentos. Ao observar o desvio padrão da média, os resultados são considerados elevados, consequência da realização do teste com provadores não treinados, minimizando a sensibilidade do mesmo. Ao comparar os melhores ensaios, F2 (1.500 g de sacarose e 0 g de glicose) e F4 (1.500 g de sacarose e 300 g de glicose), no atributo cor, observa-se que os dois possuíam a mesma nota, embora o ensaio 2, tenha se destacado quanto a aparência e o 4 sobressaiu para os demais aspectos (aroma, sabor, textura e aceitação global), evidenciando a aceitabilidade dos provadores a manga em calda.

A variável dependente, intenção de compra, foi determinada pelo fato da manga em calda não ser um produto disponível comercialmente. Para os sete ensaios, as maiores notas foram nos ensaios 2 e 4 (Tabela 7).

Ensaio (tratamentos)	Variável Independente		Variável Dependente
	Sacarose	Glicose	Intenção de compra
1	-1(500 g)	-1(0 %)	3,99 b
2	1(1500 g)	-1(0 %)	4,03 a
3	-1(500 g)	1(20 %)	3,66 d
4	1(1500 g)	1(20 %)	4,00 a
5	0 (750 g)	0 (10 %)	3,97 b
6	0 (750 g)	0 (10 %)	3,97 b
7	0 (750 g)	0 (10 %)	3,91 c

Tabela 7 – Intenção de compra das mangas em calda, oriundas do planejamento experimental.

Os resultados evidenciam que os melhores ensaios foram os que obtiveram maior teor de sacarose (1500 g), abrangendo os valores extremos da adição de glicose, com o uso em maior e menor concentração (0 e 20 %). A formulação 2 obteve melhor

resultado, seguido da formulação 4, ambas elaboradas com a mesma concentração de sacarose, e apenas na formulação 4 ocorreu a adição de glicose. Torna-se explícito que os provadores estão em busca de produtos que possuam maiores teores de açúcar, pois o uso do mesmo conferiu características sensoriais atrativas ao provador. Os dados obtidos por este procedimento foram aplicados para gerar superfícies de respostas do processo (Figura 3 e 4).

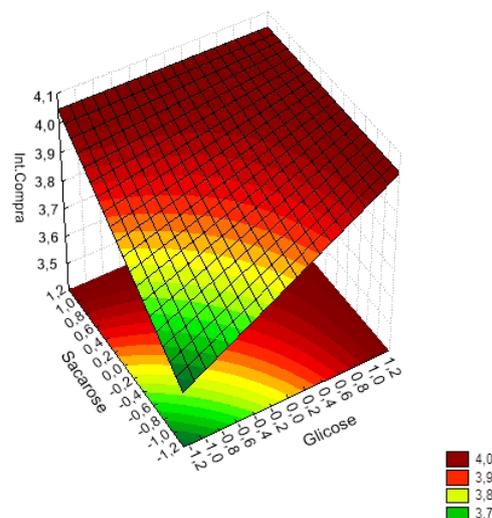


Figura 3 – Superfície de resposta intenção de compra da manga em calda.

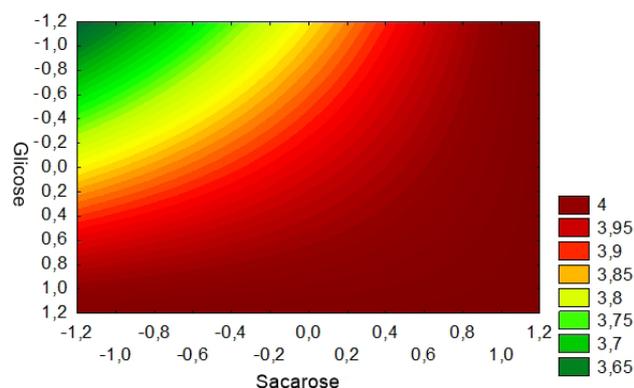


Figura 4 – Curva de contorno para o parâmetro intenção de compra da manga em calda.

Para intenção de compra no planejamento experimental os resultados apresentaram significância, ou seja, o modelo proposto apresentou efeito significativo dentre os ensaios. As análises dos dados referentes ao efeito da quantidade de sacarose e glicose permitem verificar que a interação destas duas variáveis apresenta efeito positivo na elaboração da manga em calda ($p \leq 0,05$) e o R^2 0,95. Entretanto evidencia-se que a variável que demonstrou interferência foi a sacarose.

As análises físico-químicas foram realizadas com as formulações que obtiveram os melhores índices de intenção de compra, os resultados obtidos foram umidade, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, pH, proteínas, lipídios, resíduo mineral fixo (cinzas), açúcares redutores e açúcares não redutores, cor e carotenoides totais (Tabelas 8 e 9).

Análises	Manga <i>in natura</i>	Manga em Calda	
		F2	F4
Umidade (%)	83,12 ± 0,33 a	49,42 ± 0,24 b	49,27 ± 0,62 b
Sólidos Solúveis Totais - SST (°Brix)	15,03 ± 0,05 c	30,53 ± 0,11 b	40,03 ± 0,05 a
Acidez - ATT (g de ácido cítrico/100 g)	0,30 ± 0,02 c	0,39 ± 0,02 b	0,46 ± 0,01 a
Relação SST/ATT	50,76 ± 0,02 b	79,67 ± 0,02 b	87,92 ± 0,02 a
pH	4,16 ± 0,01 a	3,91 ± 0,04 b	3,54 ± 0,13 c
Proteínas (g/100 g)	0,39 ± 0,07 ab	0,48 ± 0,04 a	0,33 ± 0,05 b
Lipídios (%)	0,54 ± 0,21 a	0,49 ± 0,07 b	0,50 ± 0,07 b
Resíduo Mineral Fixo - Cinzas (%)	0,35 ± 0,03 a	0,21 ± 0,02 b	0,21 ± 0,03 b
Açúcares Redutores (% em glicose)	4,40 ± 0,09 c	21,80 ± 0,96 b	25,66 ± 1,09 a
Açúcares Não Redutores (% em glicose)	6,56 ± 0,04 c	24,46 ± 0,21 b	30,76 ± 0,82 a

Tabela 8 – Avaliação físico-química da Manga *in natura* e da Manga em Calda.

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Médias seguidas de desvio padrão.

Os valores de umidade diferem estatisticamente ao comparar a manga *in natura* e a manga em calda. A umidade determinada para manga *in natura* foi de 83,12 %, superior ao encontrado por Marques *et al.* (2010) que ao avaliarem a composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica L.*) cv. Tommy Atkins determinaram o teor de umidade para manga *in natura* igual a 82,11 %, e inferior ao determinado por Martim (2006) que ao estudar as características de processamento da manga desidratada (*Mangifera indica L.*) variedade Tommy Atkins obteve 86,48 % de umidade para manga *in natura*. Não houve diferença significativa entre os dois tratamentos utilizados na elaboração da manga em calda. Ao comparar a manga *in natura* com o tratamento F1 a diminuição do teor de umidade foi de 59,45 % e quando comparada com o F2 o decréscimo foi de 59,27 %.

Para a fruta, o teor de sólidos solúveis totais (SST) foi de 15,03 °Brix, similar ao valor encontrado por Silva *et al.* (2009) para manga Tommy Atkins que obtiveram 14,7 °Brix. Para a formulação F2 (elaborada com 1.500 g de sacarose), o °Brix da calda foi 30,53, e para a formulação F4 (com 1.500 g de sacarose e 300 g de glicose) foi de 40,03, ambos os resultados estão em concordância com a legislação para esse produto (Brasil, 1978). Os resultados foram obtidos após o equilíbrio osmótico e tiveram aumento de 15,5 °Brix para a formulação F2 e 25°Brix para a F4, em relação à manga *in natura*. Esse aumento elevado dos teores de sólidos solúveis totais em relação à fruta *in natura* está relacionado à quantidade de sacarose e glicose utilizadas na elaboração da calda. Para esse parâmetro houve diferença significativa entre os tratamentos.

A acidez total titulável (ATT) da manga *in natura*, expressa em ácido cítrico foi de 0,30 g/100 g, maior que o registrado por Silva *et al.* (2009) que encontraram 0,17 para polpa de manga Tommy Atkins. O Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Manga, estabelece que a ATT mínima deve

ser 0,32 g/100 g (Brasil, 2000). Os resultados obtidos na análise de acidez diferiram estatisticamente ao nível de 5 %. Para a elaboração de manga em calda foi adicionado ácido cítrico (em ambos os tratamentos houve adição de 3,75 g). A adição desse ácido favoreceu o aumento da acidez ao comparar a manga *in natura* com o produto final. Apesar de adicionar a mesma quantidade de ácido cítrico nos tratamentos, os resultados diferiram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para o tratamento F2 a acidez foi 0,39, já o tratamento F2 obteve 0,46 de ATT.

A relação SST/ATT é avaliada como um aspecto de qualidade do produto, uma vez que serve como indicativo do sabor da fruta, consequência do balanceamento entre os constituintes de sabor doce e ácido (Cardoso *et al.*, 2010). A relação SST/ATT obtida para a manga *in natura* foi de 50,76, Silva *et al.* (2012) ao avaliarem esse parâmetro para manga Tommy Atkins registrou 8,51. A diferença entre os valores pode ser justificada ao observar os dados de SST e ATT. Quando comparados os parâmetros de sólidos solúveis totais e acidez com os dados obtidos pelos autores, nota-se que a manga utilizada no processamento possuía sabor mais doce e menos ácido, e os autores encontram SST igual a 7,33°Brix e ATT 0,87. No presente trabalho os mesmos parâmetros foram analisados e os valores detectados foram 15,03°Brix e acidez igual a 0,30. Silva *et al.* (2009) também verificaram a relação SST/ATT da manga Tommy e obtiveram resultado igual a 86,5, cuja acidez foi 0,17 e os SST 14,7. A formulação F2 obteve SST/ATT correspondente a 79,67 e a formulação F2, o resultado foi 87,92. Quanto maior o resultado para a relação SST/ATT, mais saboroso tende a ser o produto, devido ao equilíbrio entre o teor de açúcares e a acidez (Souza & Cól, 2014).

A manga é considerada uma fruta ácida por possuir valores de pH abaixo de 4,5 (Benevides *et al.*, 2008). Os resultados obtidos para o pH da manga *in natura* e para as formulações F2 e F4, foram respectivamente, 4,16, 3,91 e 3,54, tais valores diferiram estatisticamente ao nível de 5%. Observando a Tabela 8, a relação pH/acidez mostra-se coerente, quanto maior o pH, menor a acidez obtida para a manga *in natura* e para a manga em calda. O valor do pH tem influência sobre a vida de prateleira dos alimentos, impedindo a multiplicação de microrganismos e reduzindo o escurecimento enzimático. (Cardoso, *et al.*, 2010).

Quanto ao teor de proteínas, os resultados obtidos foram próximos, porém houve diferença entre as formulações F2 e F4, com teores equivalentes a 0,48 g/100 g e 0,33 g/100g respectivamente. Pode-se verificar que a formulação elaborada com adição de glicose obteve menor teor de proteínas, consequência da reação entre a glicose e as proteínas da fruta durante o tratamento térmico por reação de *Maillard*. (Melo Filho & Vasconcelos, 2011). A quantidade de proteínas presente na manga *in natura* foi inferior a constatadas por Marques *et al.* (2010) que em suas análises verificaram 0,44 g de proteínas em 100 g da amostra.

O teor de lipídios obtido para a manga *in natura* (0,54) foi menor que o detectado por Marques *et al.* (2010) que constataram 0,61 g de lipídios/100 g da amostra.

Houve variação significativa entre a manga *in natura* e os tratamentos aplicados para a avaliação do teor de lipídios, os resultados avaliados para a formulação F2 e F4 foram similares, não havendo diferença entre eles, cujos teores foram 0,49 e 0,50, respectivamente.

Ao observar a Tabela 8 percebe-se que houve diferença entre os resultados alcançados para a determinação do resíduo mineral fixo (cinzas) quando comparados a manga *in natura* com a manga em calda, o teor de cinzas para a manga *in natura* foi equivalente a 0,35, compatível com o registrado por Marques *et al.* (2010) que foi 0,34, os mesmos autores identificaram os minerais presentes na polpa da manga Tommy, dentre eles, encontram-se em maior quantidade o potássio, o cálcio, o sódio e o magnésio. Entre os tratamentos não houve diferença, o teor de cinzas para ambos os tratamento foi de 0,21.

O teor de açúcares redutores determinado para manga *in natura* foi 4,40 %, superior ao registado por Marques *et al.* (2010) que ao avaliarem composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga Tommy Atkins encontram 4,13 g.100⁻¹. Para açúcares não redutores foi constatado o teor de 6,56 %, menor que o apresentado pelos mesmos autores que obtiveram 8,94 g.100⁻¹ em suas análises. Ao comparar os tratamentos, o conteúdo de açúcares redutores e não redutores se mostraram diferentes estatisticamente. O tratamento F2 (elaborado com menor concentração de açúcar e nenhuma adição de glicose) possuiu resultados menores para açúcares redutores (21,80 %) e não redutores (24,46 %) que o tratamento F4 com 25,66 % e 30,76 % respectivamente. O teor de açúcares não redutores foi superior ao de açúcares redutores tanto na manga em calda, quanto na manga *in natura*.

Amostras	Carotenoides $\mu\text{g/g}$ de amostra	COR		
		L*	a*	b*
Manga <i>in natura</i>	566,1 \pm 0,1 a	42,1	1,02	35,6
Ensaio 2	389,5 \pm 0,2 b	39,32	-0,88	33,33
Ensaio 4	254,5 \pm 0,3 c	39,75	-1,57	27,66

Tabela 9 – Teor de carotenoides totais e cor em manga *in natura* e manga em calda

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Médias seguidas de desvio padrão.

Nota-se que em relação ao teor de carotenoides, na manga *in natura* foi mais elevado do que nos ensaios. Oliveira *et al.* (2011) identificaram na polpa da variedade Tommy Atkins a presença carotenoides 180,2 $\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$. De acordo com Rodriguez-Amaya (1999) o uso de temperaturas amenas ou elevadas pode causar a degradação do caroteno, pois apresentam estruturas relativamente instáveis. Para elaboração das mangas em calda, houve a necessidade de aplicar a pasteurização, esta tecnologia com fim conservador, pode ter interferido significativamente nos teores de carotenoides totais. No entanto, o ensaio 2 apresentou maior perda deste constituinte, fato que pode ser explicado pela presença de glicose que em contato com o açúcar pode ter produzido maiores temperaturas internas durante a pasteurização.

Nos resultados de cor das formulações há decréscimo dos valores de L^* , a^* e b^* quando relacionado com a manga *in natura*. Conferindo destaque para a^* que passou de valor positivo quando na manga *in natura* a negativo quando nos ensaios. Estes resultados podem estar relacionados com a aplicação de temperatura acima da ambiente, durante a pasteurização que degradou parte dos constituintes de cor. Pode também ter ocorrido reação entre a glicose e as proteínas da fruta durante o tratamento térmico com o desenvolvimento de pigmentos marrons característico da reação de *Maillard*, no qual a taxa de escurecimento depende da atividade de água do produto, que em valores elevados de atividade de água, com os obtidos para a manga em calda, a taxa de escurecimento é baixa (Melo Filho & Vasconcelos, 2011). Portanto, a perda da coloração não promoveu perda da qualidade do produto, tendo em vista que os ensaios após o processamento ainda apresentaram coloração atrativa.

4 | CONCLUSÕES

O processamento de manga em calda é uma alternativa para difundir o produto na forma de conserva, ainda não produzida industrialmente, a utilização da variedade Tommy Atkins atendeu aos requisitos do produto, visto que os resultados das análises físico-químicas foram muito satisfatórios para as formulações (F2 e F4) que foram destaques na avaliação sensorial. A composição química da manga em calda, em geral conservou os componentes próprios da fruta, com exceção da quantidade de açúcares que aumentou e do teor de carotenoides que diminuiu. Comprovando seu potencial como alternativa para difundir o produto na forma de conserva agregando valor ao produto final.

REFERÊNCIAS

Association of Official Analytical Chemistry – AOAC. 19. ed.. Official methods of analysis. Maryland – USA: Gaithersburg, 2012.

Benevides, S. D., Ramos, A. M, Stringheta, P. C. & Castro, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.28, n.3, p. 571-578, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. *Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro (Resolução - CNNPA nº 12, de 1978)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1978.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. *Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. *Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas (Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2000.

Cardoso, W. S., Pinheiro, F de, A., Perez, R., Patelli, T. & Faria, E. R. Desenvolvimento de uma salada de frutas: da pesquisa de mercado à tecnologia de alimentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*,

Campinas, v.30, n.2, 454-462, 2010.

Confederação Nacional de Saúde – CNS. *Resolução Normativa n. 0/5/79-CTA. Fixa a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer as frutas em conservas*. Diário Oficial da União, Brasília-DF, 8 out. 1979. Seção I, parte I, 1979

Faria, E. V. & Yotsuyanagi, K. *Técnicas de Análise Sensorial*. Campinas: ITAL/ LAFISE, 2002.

Gonçalves, C.E. *Exportações Agroindustriais Brasileiras: valor industrial X valor de mercado*. Informações FIPE, outubro, 2002.

Instituto Adolfo Lutz - IAL . Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos (1. ed. Digital). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

Instituto Brasileiro de Frutas - IBRAF. Estrutura da produção brasileira. Disponível em:<http://www.brazilianfruit.org.br/Informacoes_para_o_trade/Estrutura_Trade/estrutura_Trade.asp>. Acesso em: 26 abr. 2014.

Manica, I.; IcumA, I.M.; Malavolta, E.; Ramos, V.H.V.; Oliveira Jr., M. E. de; Cunha, M.M. da; Junqueira, N.T.V. *Manga: tecnologia, produção, agroindústria e exportação*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001.

Marques, a. Chicaybam, g., araujo, M. T., Manhães, L. R. T. & Sabaa-Srur, A. U. O. Mango rind and pulp (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins centesimal composition and minerals contents. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1206-1210, 2010.

Martim, N. S. P. P. *Estudo das características de processamento da manga (Mangifera indica L.) Variedade Tommy Atkins desidratada*. 2006. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Matos, A.P. *Manga: Produção: aspectos técnicos*. Brasília: Embrapa - Comunicação para Transferência de Tecnologia, 63p, 2000.

Melo Filho, A. B. & Vasconcelos, M. A. S. *Química de Alimentos*. Recife: UFRPE, 2011.

Neves, L. C. *Manual pós-colheita da fruticultura brasileira*. Londrina, EDUEL, 2009.

Oliveira, D. S., Aquino, P. P., Ribeiro, S., M., R., Proença, R. P.C. Pinhiero *Sant'Ana, H. M.* Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da CEASA do estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum Health Sciences*, Maringá, v.33, n.1, p. 89- 98, 2011.

Paiva, F. F de, A. & Neto, R, M da, S. *Doces de Frutas em Calda*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.21-22, 2006.

Prati, P., Moretti, R.H., Cardello, H.M.A.M. Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e suco de frutas ácidas. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.25, n. 1, 147-152, 2005.

Ramos, A. M. & Sousa, P. H. M.; Benevides, S. A. *Tecnologia da industrialização da manga*. In: ZAMBOLIM, L. (Org.). *Manga: produção integrada, industrialização e comercialização*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.571-604, 2004.

Rodrigues, M. I. & Lemma, A. F. *Planejamento de experimentos e otimização de processos*. 2. ed. Revisada e Ampliada, Campinas-SP: Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, 2009.

Sabedot, N. *Importância da relação teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem: estudo de caso da disciplina de tecnologia de frutas e derivados*. 2010. (Dissertação de mestrado). Universidade

Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

Silva, A. C. da., Souza, A. P. de., Leonel, S., Souza, M. E. de. & Tanaka, A. A. Caracterização e correlação física e química dos frutos de cultivares de manga em São Manuel, São Paulo. *Magistra*, Cruz das Almas, v.24, n.1, p. 15-26, 2012.

Silva, D. F. P., Siqueira, D. L., Pereira, C. S., Salomão, L. C. C. & Struiving, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de manga na Zona da Mata mineira. *Revista Ceres*, Viçosa, v.56, n.6, p.783-789, 2009.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. The Assstat Software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

Souza, F. G. & Cól, C. D. Elaboração, qualidade físico-química, microbiológica e sensorial da salada de frutas em calda. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.16, n.3, p. 313-317, 2014.

Torrezan, R. *Recomendações técnicas para a produção de frutas em calda em escala industrial*. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2000.

EVALUATION OF THE EFFECT OF INSETICIDES ON THE INTESTINAL MICROBIOTA OF *Culex quinquefasciatus*

José Márcio Gomes Fernandes

UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais
Divinópolis – Minas Gerais.

Adriano Guimarães Parreira

UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais
Divinópolis – Minas Gerais.

Stênio Nunes Alves

UFSJ – Universidade Federal de São João Del
Rey
Divinópolis – Minas Gerais.

ABSTRACT: Mosquitoes are insects from the Culicidae family and, mostly, are blood feed. The *Culex* genre has big sanitary importance in Brazil, being vector of filariosis and, recently, related as capable of transmission of Zika Virus. They are in the all country and to fight with them, insecticides are the most common way used. But, an interesting alternative way to combat the diseases transmission from these species is the use of endosymbiont bacteria, in some cases, capable of blocking the virus transmission. For this, the present work intends to identify the effect of insecticides over the microbiota of the intestinal tract of *Culex quinquefasciatus*. Initially, traps were built to obtain larvae samples and, after that, expose to Temephos and Deltamethrin insecticides, in different concentrations and time change. The intestinal tract was cleanly

taken with the help of a microscopy. After that, the material was triturated and plaque in agar – MH, to obtain bacterial colonies to identify. It is highly notice that there is influence of the concentration and exposure time and the used insecticide over the living intestinal microbiota in these insects. This represents an important register of the influence from those chemistries under the microorganism's populations.

KEYWORDS: Bacteria; Culicidae; disease; vector.

RESUMO: Mosquitos são insetos da família Culicidae, em sua maioria hematófaga. O gênero *Culex* tem grande importância sanitária no Brasil, sendo transmissor da filariose e, recentemente, relatado como transmissor do Zika Vírus. Disseminada por todo o país, a prática do uso de inseticidas é a mais comumente empregada para o controle da proliferação de mosquitos. Interessante alternativa de controle da transmissão de doenças provocadas por estes seria a utilização de bactérias endosimbiontes, muitas delas capazes de bloquear a transmissão de diversos vírus. Contudo, não se sabe ainda o efeito exercido pelos inseticidas tradicionalmente utilizados sobre a microbiota intestinal daqueles insetos. Deste modo, o presente trabalho buscou avaliar o efeito de inseticidas sobre a microbiota do trato intestinal de espécimes de *Culex*

quinquefasciatus. Inicialmente, foram montadas cubas ao ar livre para a obtenção das larvas, em seguida foram expostas aos inseticidas Temefós e Deltametrina, em concentrações e em intervalos de tempo variados. O trato intestinal foi assepticamente retirado e o material obtido triturado e plaqueado em meio Agar MH para posterior identificação das espécies bacterianas. Com base nos resultados encontrados percebe-se que há influência da concentração, tempo de exposição e do inseticida utilizado sobre a microbiota residente no trato intestinal dos insetos, com diversidade de situações observadas. Isso representa importante registro da influência daqueles químicos sobre a população de microrganismos.

PALAVRAS-CHAVE: Bactéria, Culicidae, doenças, vetor.

1 | INTRODUCTION

The presence of microorganism in mosquitoes gut has been of interest for many researches, since they have a beneficial symbiotic relationship to their host. This relationship is associated with dietary supplementation, adaptation to environment variations, homeostasis and immune system control, which may, for example, block the transmission of microorganisms during blood repast (MORAN et al, 2008). The microorganism also presents themselves with contributions for digesting process, nutrition, growing, reproduction, immunity, behaving and resistance to a variety pathogenic organisms action, mostly against natural enemies that present a threat to the specie (MORAN et al, 2008).

Studies have shown that the presence of a variety of microorganisms into vector insects, in a more specific case the Culicidae family, has inhibited the sporogonic development of some parasites ceasing transmission of the same to the insect (DONG et al, 2009). The gut lumen of mosquitoes has been shown to contain a diverse population of bacteria that varies depending on the sex, developmental stage and ecological factors of the mosquitoes. A recent study showed that the predominant bacterial phylum present in *Aedes*, *Anopheles* and *Culex pipiens* was Proteobacteria, and the most common bacterial class was the *Gammaproteobacteria* (Minard et al., 2013). The presence of bacteria in the midgut could induce immune activation by producing specific compounds that directly interact with pathogens, such as antiviral compounds.

Mosquito lineages obtained in field and in laboratories have a big association from microbiota to the insect's intestine, consisting mainly in Gram-negatives bacteria, members of the Enterobacteriaceae family (ORFANÓ, 2012).

In studies carried out by Gusmão et al. (2010) the main genres found in intestinal tract of *A. aegypti* were *Serratia*, *Klebsiella*, *Asaia*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Kluyvera* and *Pantoea*. Already in studies evaluating intestinal microbiota of *A. aegypti* it was detected the prevalence of Proteobacteria, Actinobacteria and Firmicutes, where during the growing, it was noticed an increase of firmicutes. These divergences in both works

confirmed that bacteria composition is different to one mosquito to another for influence of several factors, like the habitat (JARUSEVICIUS, 2013).

In studies evaluating intestinal microbiota diversity of the Anopheles, in the early days of adult life was observed predominance from Proteobacteria, Actinobacteria and Firmicutes with a progressive increase of Bacteroidetes (WANG et al, 2011). Were identified in *Anopheles gambiae* and *An. funestus* field populations 16 species of bacteria, from 14 genres (ORFANÓ, 2012). In laboratory populations of *An. gambiae* and *An. stephensi* were identified a several variety of bacteria, mostly of the genres *Asaia*, *Enterobacter*, *Mycrobacterium*, *Sphingomonas*, *Serratia* and *Chryseobacterium* (FAVIA et al, 2007 & DONG et al, 2009).

In the gut of *Culex quinquefasciatus*, Vasanthi and Hoti (1992), Kim et al. (2015) and Chandel et al. (2013) found different genus as *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Klebsiella*, *Listeria*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Shigella*, *Staphylococcus* and *Stenotrophomonas*. Gao et al. (2018) demonstrated that organophosphate malathion perturbs the gut microbiome development trajectory and quorum sensing, as well as related physiological processes such as motility and pathogenicity.

However, little is known about the relationship of these microorganisms and insecticides used against mosquitoes. In this sense, the present study aimed to evaluate which bacteria genus are present in the intestine of *C. quinquefasciatus* larvae after exposure to different concentrations of temephos and deltamethrin.

2 | METHODOLOGY

2.1 Mosquito

C. quinquefasciatus larvae were obtained from a laboratory culture, as previously described by Gerber (1979).

2.2 Exposure of the larvae to the insecticide

In this study, 4th instars larvae of *C. quinquefasciatus* were exposed for 16 h to 0,01 µg/L, 0,1 µg/L e 1 µg/L of the organophosphate, temephos (Fersol 500CE), and 0,5 µg/L, 5 µg/L e 50 µg/L of the pyrethroid, deltamethrin (Fersol 25CE). For each insecticide tested, the larvae were divided into groups consisting of 20 specimens as well as the control group, which three replications each treatment. The control group larvae were exposed to dechlorinated water. After the exposure time, larvae were washed and transferred to other plastic recipients containing dechlorinated water. The temperature was maintained at 26±1 °C throughout all of the tests.

2.3 Dissection of the gut of mosquitoes, microbiological isolation and

identification of the prevalence of bacteria

30 live larvae were selected for dissection and subsequent isolation of gut bacteria.

All the dissections were performed under Zeiss stereomicroscope (Model: Stemi 508). Prior to dissection, all larval samples were disinfected with 75% ethanol for 5 min, followed by washing with phosphate buffered saline (PBS) twice. All dissections were performed under sterile conditions and gut sections were homogenized separately in 100 µl PBS, and stores in Eppendorf tubes with PBS solution under refrigeration, for later use. Then plating and obtaining of bacterial isolates were removed under aseptic. Plating in Agar-Mueller Hinton (Himedia®) media isolated the cultivable microorganisms and pure colonies obtained were sent to identification, by mass spectrometry. The identification of the prevalence of bacteria occurred in the Veterinary School of the Federal University of Minas Gerais.

3 I RESULTS

Table 1 shows the genus identification of gut bacteria of *C. quinquefasciatus* larvae after exposure to different concentrations of temephos and deltamethrin.

Insecticide	Treatment/Bacteria Genus			
	Control	0,01 µg/L	0,1 µg/L	1 µg/L
Temephos	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>Bacillus</i>
	<i>Microbacterium</i>	<i>Microbacterium</i>	<i>Sphingomonas</i>	
	<i>Listeria</i>	<i>Listeria</i>		
	<i>Bacillus</i>	<i>Serratia</i>		
	<i>Staphylococcus</i>			
Deltamethrin	Control	0,5 µg/L	5 µg/L	50 µg/L
	<i>Lactobacillus</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Microbacterium</i>
	<i>Microbacterium</i>	<i>Bacillus</i>	<i>Bacillus</i>	
	<i>Listeria</i>			
	<i>Bacillus</i>			
	<i>Staphylococcus</i>			

Table 1. Bacteria genus found in the gut of *C. quinquefasciatus* larvae after exposing to temephos and deltamethrin.

It is observed that the insecticides as well as the dose collaborate directly to diminish the diversity of the intestinal microbiota of the larvae of *C. quinquefasciatus*, favoring the prevalence of certain genera in front of the concentration of insecticide that the larvae were exposed. It is also observed that the insecticide and its concentration favor the proliferation of certain genus.

Figure 1 shows that the genus *Lactobacillus* is prevalent in the gut of mosquito larvae after exposure to temephos. While the genus *Staphylococcus* was the most prevalent after exposure to deltamethrin (Figure 2).

The two figures show that the prevalence of *Staphylococcus* was reduced to about

10 times when the larvae were exposed to temephos. Indicating that this insecticide impairs the development of this microorganism in the mosquito intestine. However, there is a greater diversity in the prevalence of bacterial genera in the intestine of larvae exposed to temephos.

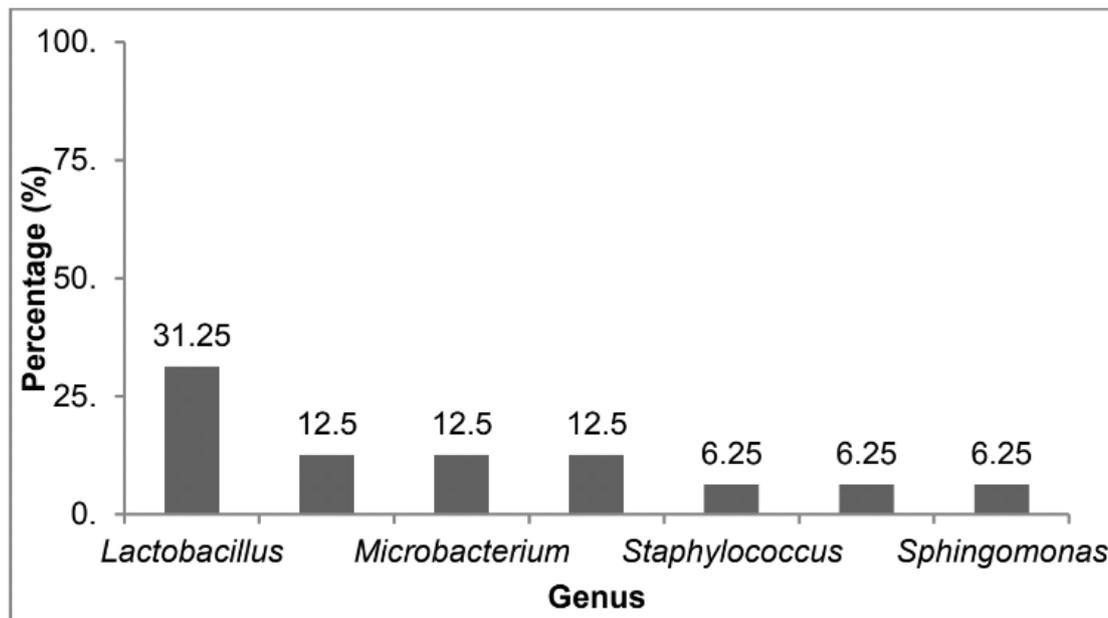


Figure 1. Prevalence of genus found in the gut of *C. quinquefasciatus* larvae after exposure to different concentrations of temephos

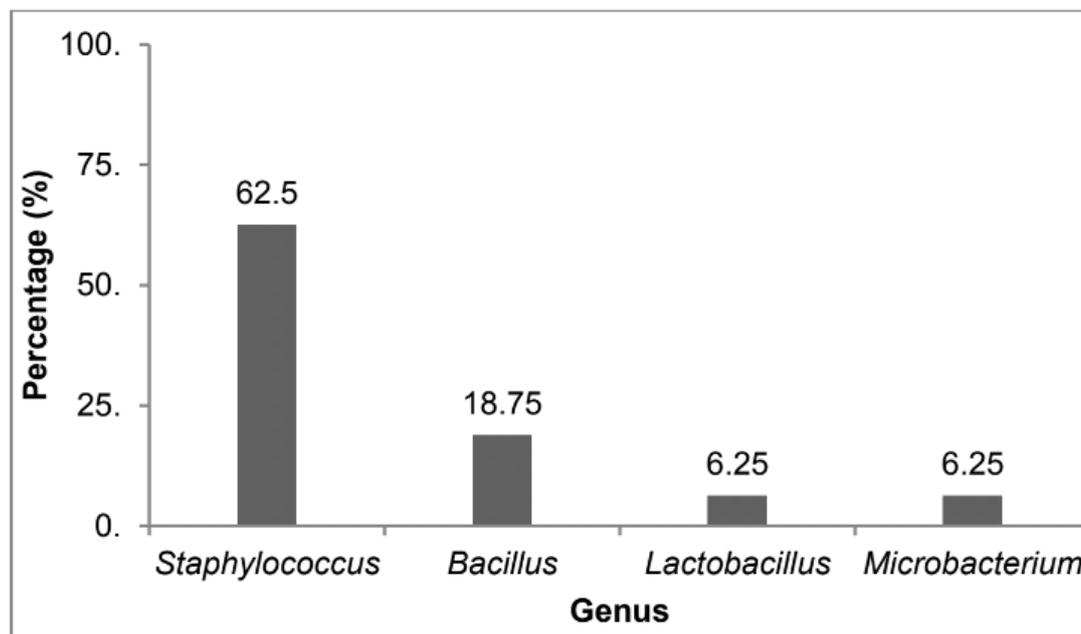


Figure 2. Prevalence of genus found in the gut of *C. quinquefasciatus* larvae after exposure to different concentrations of deltamethrin

4 | DISCUSSION

The results found in this work for control group, are similar to those of Alves et al. (2010), which were related 17 bacterial species of the gut of 13 species of the Culicidae family. Similar genera to this work were *Bacillus* and *Staphylococcus*. Although there are some disagreement with other species and genus found, factors

such as collect place, feeding and exposure to insecticides or cannot explain the observed differences. Others studies, also shown similar genus in the gut of mosquito (Vasanthi and Hoti, 1992; Chandel et al., 2013; Kim et al., 2015). The gut community ecology remains poorly investigated from the standpoint of mosquito interactions within its natural environment and insecticides.

The larvae exposed to different concentrations of insecticides showed a smaller diversity of the microbiota, this could be caused by the change of pH, redox conditions and digestive enzyme present (Dillon & Dillon, 2004; Alves et al., 2010). The insecticides may favor the resistance or susceptibility of mosquitoes to viruses. In this sense, Chadran et al. (2013) have show that bacterial communities may differ between dengue virus-resistant and susceptible *A. aegypti* strains.

Still in this sense, Guedes et al. (2017) observed that *C. quinquefasciatus* were capable of Zika virus transmission when artificially feed by infected blood. This fact shows the importance of study and evaluates ways to control the transmission on that vector, with emphasis on the knowledge of living microbiota and its inter-relations with pathogenic microorganisms, as well as insecticide effects most used under the same. Xi et al. (2008) eliminated gut bacteria using antibiotic treatment and found that the replication of DENV in *A. aegypti* was accelerated, suggesting that the mosquito's endogenous microbiota stimulated a certain level of antiviral gene expression.

In addition, the bacteria may be candidates for paratransgenesis in mosquitoes, since in one study *Bacillus cereus* was genetically modified to produce the larvicidal protein of *Lysinibacillus sphaericus* (Luxananil et al., 2003).

The shifts in the microbiota of larvae exposure to insecticide may to predict the influence of functional and metabolic profile of the gut microbial community, since this was observed in adult females of *A. aegypti* (David et al., 2016). Moreover, it is known that there is a benign relationship between arbovirus and its vectors, implicated in interactions between microbial communities, parasites and immunity (Dillon & Dillon, 2004). However, the effect of insecticides on the bacterial community and the relation of arbovirus competence of the insect gut have been ignored. It was found only a correlate study that proves the role of midgut symbiotic bacteria in resistance of *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae) to organophosphate insecticides (Soltani et al., 2017). This becomes relevant because, recent studies has proposed the use of bacteria for the biological control of mosquitoes. However, they did not analyze the effect that the different insecticides used for the chemical control of mosquitoes cause to the microbiota and even the relation of the effects on the mosquitoes.

Although we did not identify any specific genera that were uniquely or consistently associated with insecticide in *C. quinquefasciatus*, results indicate that pesticide exposure could will significantly disrupt populations. Thus, even at lower doses the change in the composition of the microbiota could therefore impact the mosquito biology and ecology. Zouache et al., (2012) demonstrated an increase in *Enterobacter* together with a decrease in *Wolbachia* relating Chikungunya virus (CHIKV) and *A. albopictus*.

Zink et al. (2015) relating West Nile virus with *C. pipiens* showed that increased diversity is not associated with an overall increase in microbial load, but rather a change in composition.

It should be noted that the *Serratia* genus was present in larvae exposed in the lowest concentration of temephos, an insecticide recommended by the World Health Organization to combat mosquitoes. However *S. odorifera* have been shown to enhance susceptibility of *A. aegypti* to both CHIKV and Dengue virus with co-feeding experiments (Apte-Deshpande et al., 2012; Apte-Deshpande et al., 2014).

It is important to emphasize that insecticides compromise the biological development of larval and that the gut microbiota can affect vector competence larval growth, adult fitness and therefore the prevalence of diseases (Strand, 2018).

Thus, further investigation of the intimate relationship between gut bacteria and the mosquito is necessary, because our study shows that in the presence of insecticides there is a modification of the prevalence of certain genera in the gut of *C. quinquefasciatus* larvae. This alteration may also influence the development of larvae and, therefore, the relation of microbiota, arbovirus and the transmission of diseases by mosquitoes.

REFERENCES

ALVES, W. C. L.; GORAYEB, I. S.; LOUREIRO, E. C. B. **Bactérias isoladas de culicídeos (Diptera: Nematocera) hematófagos em Belém, Pará, Brasil.** Revista Pan-Amaz Saúde, 2010.

AMARANTE, J. O. P.; DOS SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, L. M. **Química Nova.** P. 589. 2002.

ARAÚJO, ANA PAULA. **Análise da resistência a inseticidas químicos em populações de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), de municípios do estado de Pernambuco.** Recife, s. n. 2013.

BECKER, N. **Mosquitoes and their control.** 2. Ed. New York: Springer-Verlag, 2010.

BIGNELL, D. E. & EGGLETON, P. **Termites in ecosystems.** P. 363 – 387. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 2000.

BILLINGSLEY P.F., LEHANE M.J. **Structure and Ultra- structure of the Insect Midgut.** London: Chapman & Hall, 1996.

BRAGA, I. M.; VALLE, D. ***Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência.** Epidemiol. Serv. Saúde, v. 16, n. 4. Brasília. 2007

BRASIL. **BOLETIM EPIDEMIOLÓGICO – Volume 47 – nº 08 – 2016 – Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre pelo vírus Zika até a Semana Epidemiológica 5,** Brasília. 2016

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica.** Brasília, DF, p. 815, 2005.

BROWN, A.W.A. **Insecticide resistance in mosquitoes: a pragmatic review.** Journal of American Mosquito Control Association; v.2, p.123-40, 1986.

CONSOLI, R.A.G.B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. 1.ed. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 225p, 1994.

CHEN CH, DING HC, CHANG TC. **Rapid Identification of *Bacillus cereus*** Based on the Detection of a 28,5Kilodalton Cell Surface **Antigen**. J Food Protec, 64(3):348-54. 2001.

CLEMENTS, A. N. **The biology of Mosquitoes, Development, Nutrition and Reproduction**. London: CABI Publishing, 2000.

DONG Y, MANFREDINI F, DIMOPOULOS G. **Implications of the mosquito midgut microbiota in the defense against malaria parasites**. PLoSpathogens, 2009.

FAVIA G, RICCI I, DAMIANI C, RADDADI N, CROTTI E, MARZORATI M. **Bacterius of the genus *Asaia* stably associate with *Anopheles stephensi*, in Asian malarial mosquito vector**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2007.

FEINGOLD, B. F.; BENJAMINI, E.; MICHAELLI, D. **The allergic responses to insect bites**. Annual review of Entomology. V. 13, p. 137 – 158, 1968.

FORATINI, O. P. **Culicidologia Médica**. Vol. 2. Edusp. São Paulo, 2002.

GEORGHIOU, G.P.; WIRTH, M.; TRAN, H.; SAUME, F; KNUDSEN, B. **Potencial for organophosphate resistance in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the Caribbean area and neighboring countries**. Journal of Medical Entomology, v.24, p. 290-294, 1987.

GHELARDI E.; CELANDRONI F.; SALVETI S.; BARSOTTI C.; BAGGIANI A.; SENESI S. **Identification and characterization of toxigenic *Bacillus cereus* isolates responsible for two food-poisoning outbreaks**. FEMS Microbiology Letters, 208(1):129-34. 2002.

GUEDES, D. R. D.; PAIVA, M. H S; DONATO, M. M. A.; BARBOSA, P. P.; KROKOVSKY, L.; ROCHA, S. W. S.; SARAIVA, K. L. A.; CRESPO, M. M.; REZENDE, T. MT.; WALLAU, G. L.; BARBOSA, R.

M. R.; OLIVEIRA, C. M. F; SANTOS, M. A. V. M.; PENA, L.; COREIRO, M. T.; FRANCA, R. F. O.; OLIVEIRA, A. L. S.; PEIXOTO, C. A.; LEAL, W. S.; AYRES, C. F. J. **Zika virus replication in the mosquito *Culex quinquefasciatus* in Brazil**. Emerging Microbes & Infections, 6, 2017.

GUSMÃO, D. S.; SANTOS A. V.; MARINI D. C.; BACCI, M Jr; BERBERT-MOLINA, M. A.; LEMOS, F. J. **Culture-dependent and culture-independent characterization of microorganisms associated with *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) (L.) and dynamics of bacterial colonization in the midgut**. Acta Tropica.,v. 115, p. 275-281, 2010.

JARUSEVICIUS, J. **Análise microbiológica da flora intestinal do mosquito *Aedes aegypti* através do sequenciamento do gene 16S rRNA na plataforma IlluminaMiSeq**. 2013. 36 f. Instituto de Biociências de Botucatu. Departamento de Parasitologia. Botucatu. 2013.

KENGGKOOM, K.; AMPAWONG, S. ***Staphylococcus sciuri* associated to subcutaneous abscess and dermatitis in ICR mouse**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., V69, n1, p. 117 – 122, 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes nacionais para a prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília: Ministério da Saúde; 2009.

MORAN, N.A., MCCUTCHEON, J.P., NAKABACHI, A. **Genomics and evolution of heritable bacterial symbionts**. Annu. Rev. Genet.V.42, p. 165-190, 2008.

NASCI, R.S. **Movement of chikungunya virus into the Western Hemisphere**. Emerg. Infect. Dis. 20, 1394. 2014.

- NAYAR, J.K.; SAUERMAN, Jr. D. M. **A comparative study of flight pernmance And fuel utilization asa function of age in females of Florida mosquitoes.** Journal of Insect. Physiology19, p.1977-1988. 1973
- ORFANÓ, A.S. **Avaliação do papel da microbiota intestinal do *Aedes aegypti* no desenvolvimento esporogônico do *Plasmodium gallinaceum*.** 80 f. Ministério da Saúde Fundação Oswaldo Cruz Centro de Pesquisas René Rachou. Belo Horizonte. 2012.
- PEIXOTO, R. M.; PEIXOTO, R. M.; LIDANI, K. C. F.; COSTA, M. M. **Genotipação de isolados de *Staphylococcus epidermidis* provenientes de caso de mastite canina.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 43, n. 2, p. 322 – 325, fev, 2013.
- PUMPUNI, C. B.; DEMAIO, J.; KENT, M.; DAVIS, Jr, BEIER, J. C. **Bacterial population dynamics in three anopheline species: the impact on Plasmodium sporogonic development.** Am. J Trop Med Hyg. Feb, 1996.
- SANDERS, H.R; EVANS, A.M; ROSS, L.S; GILL, S.S. **Blood meal induces global changes in midgut gene expression in the disease vector, *Aedes aegypti*.** Insect Biochem. Mol. Biol. 33, 1105-1122. 2003.
- SANTOS, V. M. R.; DONNICI, C. L.; DaCOSTA, J. B. N.; CAIXEIRO, J. M. R. **Compostos organofosforados pentavalentes: Histórico, Métodos Sintéticos de Preparações e Aplicações como Inseticidas e Agente Antitumorais.** Química Nova, Vol. 30, No. 1, p 159-170, 2007.
- SINTON, J. A; SHUTE, P. G. **A report on the longevity of mosquitoes in the relation to the transmission of Malaria in nature.** Reports on Public Health and Medical Subjects. Ministry of Health, H. M. S. O., London.(Rep. n. 85), 1938.
- SOUZA, W. **Doenças negligenciadas.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p. 56, 2010.
- SUÁREZ, M.F.; GONZÁLEZ, R.; MORALES, C.A. **Temephos resistance to *Aedes aegypti* in Cali, Colombia.** In: Abstract of the 45th annual meeting of the American Society of Tropical Medicine and Hygiene. Baltimore, Maryland, Resumos, Baltimore: p.257, 1996.
- TELANG A., LI Y., NORIEGA F.G., BROWN M.R. **Effects of larval nutrition on the endocrinology of mosquito egg development.** The Journal of experimental biology, 209: 645–55. 2006.
- TSETSARKIN, K.A; CHEN, R; YUN, R; ROSSI, S.L; PLANTE, K.S; GUERBOIS, M; FORRESTER, N; PERNG, G.C; SREEKUMAR, E; Leal, g. **Multi-peaked adaptive landscape for chikungunya virus evolution predicts continued fitness optimization in *Aedes albopictus* mosquitoes.** Nat. Commun. 5. 2014.
- WALKER, T., JOHNSON, P.H., MOREIRA, L.A., ITURBE-ORMAETXE, I., FRENTIU, F.D., MCMENIMAN, C.J., LEONG, Y.S., DONG, Y., AXFORD, J., KRIESNER, P., LLOYD, A.L., RITCHIE, .A., O'NEILL, S.L., HOFFMANN, A.A. **The Wolbachia strain blocks dengue and invades caged *Aedes aegypti* populations.** Nature 476, 450–453. 2011.
- WANG, Y.; GILBREATH, T. M.; KUKUTLA, P.; YAN, G.; XU, J. **Dynamic Gut Microbiome across Life History of the Malaria Mosquito *Anopheles gambiae* in Kenya.** Plos One, v. 6, p. 1-9, 2011.
- WERREN, J.H., BALDO, L., CLARK, M.E. **Wolbachia: master manipulators of invertebrate biology.** Nat. Rev. Microbiol. 6, 741–751. 2008.
- ZARA, A. L. S. A.; SANTOS, S. M; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. **Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão.** Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, 25(2):391-404, abr-jun, 2016.

ZEH, D.W., ZEH, J.A., BONILLA, M.M. **Wolbachia, sex ratio bias and apparent male killing in the harlequin beetle riding pseudo scorpion.** *Heredity* 95, 41–49. 2005.

PRODUÇÃO DE CELULASES POR FUNGOS FILAMENTOSOS ISOLADOS NO NORTE DE MINAS GERAIS CULTIVADOS EM MEIO DE CULTURA CONTENDO RESÍDUOS DE BANANEIRA

Adriele Mercia Alves Santos

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais- CEFET
Araxá-MG.

Barbhara Mota Marinho

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Janaúba-MG

Vivian Machado Benassi

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Diamantina-MG

RESUMO: As biomassas lignocelulósicas vem se tornando uma fonte importante de matéria prima para a produção de bioetanol. Isso ocorre devido a possibilidade de liberação de açúcares fermentáveis. Uma importante fonte dessas biomassas, são os resíduos lignocelulósicos, como por exemplo, o bagaço da cana-de-açúcar. Diante disso, o objetivo deste trabalho consiste no isolamento de fungos filamentosos, bem como a verificação de atividade celulolítica, utilizando resíduos de bananeira. Para isso, foram colhidas 3 distintas amostras, para a realização do isolamento de fungos. Assim foram obtidos oito fungos filamentosos. Após o isolamento foi realizado microcultivo, análise de temperatura e obtida a sua taxa de crescimento em centímetros/hora. Foi realizado um *screening*

em meio CP acrescido de palha de bananeira, na melhor temperatura de crescimento de cada micro-organismo e posteriormente determinada sua atividade para a *Filter Paperase*. Diante dos resultados, foi realizado um segundo *screening* entre os fungos 2.2 e 2.7, em meio líquido CP, acrescidos de farelo de trigo e palha de bananeira, durante 7 dias, de forma estacionária, à 45°C. Assim pode-se observar que o fungo 2.2 obteve uma maior atividade utilizando palha de bananeira, 0,209 U, enquanto o fungo 2.7 obteve maior atividade para a *Filter Paperase* utilizando o farelo de trigo, 0,215 U. Vale ressaltar que esses dois micro-organismos isolados são termófilos.

PALAVRAS-CHAVE:

Resíduos lignocelulósicos. Fungos filamentosos. Atividade celulolítica.

ABSTRACT: Lignocellulosic biomass has become an important source of raw material for the production of bioethanol. This is due to the possibility of release of fermentable sugars. An important source of these biomasses are lignocellulosic residues, such as sugarcane bagasse. Therefore, the objective of this work is the isolation of filamentous fungi, as well as the verification of cellulolytic activity, using banana residue. For this, 3 different samples were collected, for the accomplishment of the fungus isolation. Thus eight filamentous fungi. After

the isolation, microculture, temperature analysis and its growth rate were obtained in centimeters / hour. A screening was carried out in CP medium with banana straw, at the best growth temperature of each microorganism and later determined its activity for Filter Paperase. Before the results, a second screening was carried out between fungi 2.2 and 2.7, in CP liquid medium, with wheat bran and banana straw for 7 days, stationary at 45 ° C. It can be observed that fungus 2.2 obtained a greater activity using banana straw, 0.209 U, while fungus 2.7 obtained greater activity for Filter Paperase using wheat bran, 0.215 U. It is noteworthy that these two isolated microorganisms are thermophilic.

KEYWORDS: Lignocellulosic residues. Filamentous fungi. Cellulolytic activity.

1 | INTRODUÇÃO

O bioetanol utiliza como matéria-prima biomassas lignocelulósicas, podendo ser utilizados resíduos lignocelulósicos como, por exemplo, bagaço de cana-de-açúcar (HARGREAVES, 2008).

Biomassas lignocelulósicas necessitam de um tratamento para disponibilizar seus açúcares fermentáveis para tal produção. Esse tratamento pode ser enzimático, através da utilização de enzimas celulases. Vale citar que, no caso dos fungos filamentosos, há grande busca por esse tipo de micro-organismo, que tenha o máximo de atividade celulolítica possível para degradação dessa biomassa e produção do etanol de segunda geração (HARGREAVES, 2008).

Em vista disso, esse trabalho teve como objetivo o isolamento de fungos filamentosos e verificação da sua atividade celulolítica em meio contendo resíduos de bainhas foliares de bananeira.

2 | METODOLOGIA

Foram coletadas, de forma asséptica, três amostras, a primeira amostra tratou-se de bagaço de cana-de-açúcar oriunda de uma cachaçaria, localizada na cidade de Salinas-MG; a segunda amostra foi bagaço de cana-de-açúcar oriunda da usina de álcool e energia SADA localizada na cidade de Jaíba-MG e a terceira amostra tratou-se de ração bovina feita a partir de sorgo oriunda de uma zona rural, em Porteirinha-MG.

As amostras foram inoculadas em meio de cultivo sólido aveia Quaker® (EMERSON, 1941), sendo realizados três métodos: (1) a primeira amostra coletada foi mantida na estufa bacteriológica durante três dias, à 40°C, (2) a segunda amostra foi mantida parte à 30°C e outra parte à 45°C, durante três dias, e (3) a terceira amostra foi mantida à 30°C durante dois dias. O isolamento foi realizado observando-se as características morfológicas macroscópicas dos fungos filamentosos.

Após o isolamento dos micro-organismos foi realizado o seu microcultivo de acordo com a técnica de Ridell (LACAZ, 1991) para identificação dos fungos à nível de Gênero.

Em seguida, objetivou-se analisar a melhor temperatura de crescimento dos fungos isolados e caracterizar os micro-organismos em mesófilos, termófilos e/ou termotolerantes. Os mesmos foram cultivados em meio sólido farelo de trigo 4% m/v e ágar 2% m/v, sendo mantidos de 30°C, à 60°C, com intervalo de 5°C, sendo medido a taxa de crescimento em centímetros/hora.

Para identificação do melhor fungo produtor de celulase, os mesmos foram inoculados em meio de cultura líquido CP (PEIXOTO *et al.*, 2003) com fonte de carbono palha de bananeira, e fonte de nitrogênio extrato de levedura, sendo mantidos em estufa bacteriológica, de forma estacionária, na melhor temperatura de cultivo de cada organismo, de acordo com o experimento anterior. Para isso, os fungos identificados como A.1, 4.2, 4.3 e 2.6 foram mantidos à 35°C, durante 5 dias, enquanto que os fungos A.2 e 2.5 foram mantidos à 40°C, durante 5 dias; e os fungos 2.2 e 2.7 foram mantidos à 45°C, durante 7 dias.

Após crescimento, o extrato bruto extracelular contendo as enzimas foi separado da massa micelial por filtração à vácuo, e mediu-se o volume do extrato bruto extracelular (mL), massa micelial seca (g) e pH.

A atividade da *Filter Paperase* (FPase) foi determinada utilizando-se Papel Filtro Whatman No 1 (1,0 x 6,0 cm) de acordo com a metodologia de Ghose (1987). O processo ocorreu através da reação de formação de açúcares redutores durante a incubação da enzima com o papel filtro e tampão citrato de sódio 100 mM, pH 4,8, à 55°C (MILLER, 1959). Após tal processo, as amostras foram levadas ao espectrofotômetro Femto@ e realizada a leitura à 540 nm.

Diante dos resultados do experimento anterior foi realizado um novo *screening* entre os fungos 2.2 e 2.7 em meio líquido CP (PEIXOTO *et al.*, 2003), utilizando duas fontes de carbono, o farelo de trigo e palha de bananeira, mantidas durante 7 dias, em estufa bacteriológica, de forma estacionária, à 45°C.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das amostras coletadas, foram isolados oito distintos fungos filamentosos. Da primeira amostra foi isolado o fungo filamentoso identificado como A.2, da segunda amostra foi obtido os fungos filamentosos identificados como 4.2, 4.3, 2.2, 2.5, 2.6 e 2.7, e da terceira amostra, foi obtido o fungo filamentoso identificado como A.1. A partir dos isolados analisaram-se as características morfológicas macroscópicas (Tabela 1).

Fungo	Cor	Textura	Pigmentação
A.1	Preto com centro claro	Cotonosa	Ausente
A.2	Branca com centro verde	Aveludada	Ausente
4.2	Cinza	Cotonosa	Ausente

4.3	Branca	Aveludada	Ausente
2.2	Cinza	Cotonosa	Ausente
2.5	Cinza	Camurça	Ausente
2.6	Branca	Aveludada	Ausente
2.7	Cinza	Camurça	Ausente

Tabela 1. Características macroscópicas morfológicas dos fungos isolados.

Em relação ao microcultivo pode-se observar que o fungo A.1 foi identificado como *Mucor* sp., enquanto que o fungo A.2 foi identificado como *Penicillium* sp., os fungos 4.2 2.2; 2.5; 2.6 e 2.7 foram identificados como *Aspergillus* sp., enquanto que, o fungo 4.3 não obteve sua identificação (Figura 1).

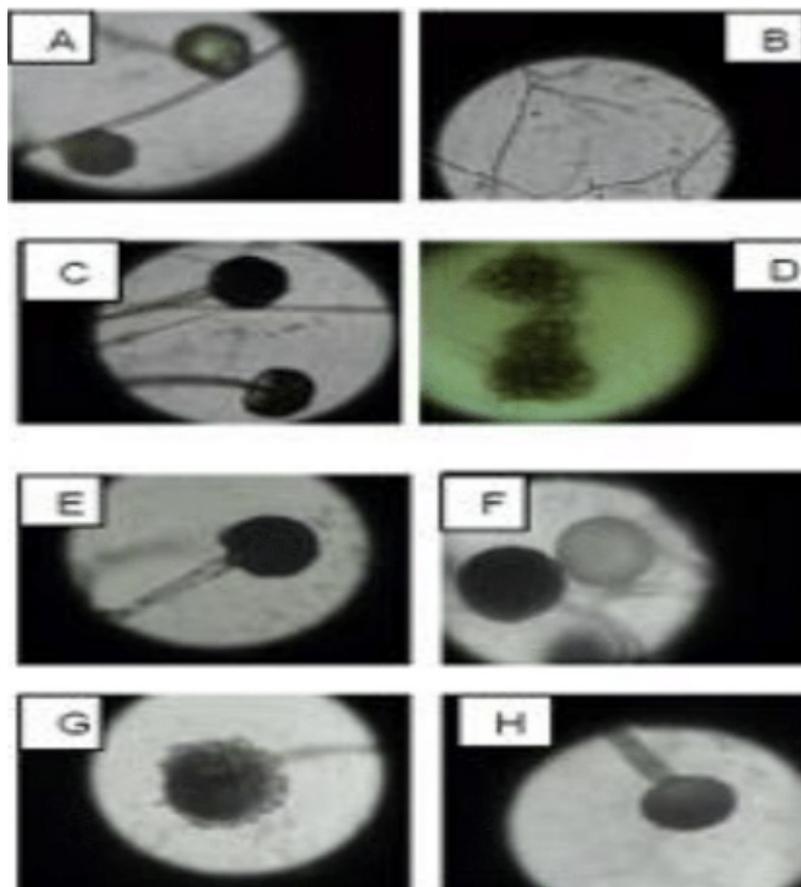


Figura 1. Imagens microscópicas dos fungos filamentosos isolados. (A) A.1. (B) A.2. (C) 4.2. (D) 4.3. (E) 2.2. (F) 2.5. (G) 2.6. (H) 2.7. Aumento de 400 vezes.

Em relação à análise da temperatura de crescimento dos fungos isolados, pode-se observar que o fungo A.1 obteve melhor crescimento à 35°C com 0,131 cm/h, enquanto que o fungo A.2 obteve melhor crescimento a 40°C (0,058 cm/h) (Tabela 2).

O fungo 4.2 obteve como melhor temperatura 35°C, com uma taxa de 0,339 cm/h, o fungo 4.3 obteve como melhor temperatura à 35°C, com uma taxa de 0,137 cm/h (Tabela 2).

Assim como, o isolado 2.2 cresceu melhor à 45°C (0,104 cm/h) e o microorganismo 2.5 foi à 40°C com 0,101 cm/h. Vale citar que, o fungo 2.6 obteve como melhor temperatura de crescimento à 35°C, com uma taxa de 0,070 cm/h, o 2.7 à 45°C, como uma taxa de 0,150 cm/h. Na temperatura de 60°C nenhum dos fungos

isolados apresentou desenvolvimento e na temperatura de 55°C somente o fungo 2.7 apresentou crescimento de 0,02 cm/h (Tabela 2).

Fungos	Taxa de crescimento (cm/h)				
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
A.1	0,105	0,131	0,089	-	-
A.2	0,008	0,031	0,058	0,002	-
4.2	0,084	0,339	0,068	-	-
4.3	0,102	0,137	0,086	-	-
2.2	0,059	0,080	0,087	0,104	-
2.5	0,064	0,081	0,101	0,083	0,029
2.6	0,007	0,070	0,053	0,045	-
2.7	0,007	0,062	0,110	0,150	0,128

Tabela 2. Determinação da temperatura de crescimento dos fungos isolados em meio de cultivo sólido.

Após análise das características dos fungos isolados, os mesmos foram cultivados em meio de cultura líquido CP (PEIXOTO *et al.*, 2003) para escolha do micro-organismo produtor de FPase.

Dentre os fungos filamentosos isolados, pode-se observar que os maiores níveis da celulase FPase foram obtidos pelos fungos 2.6 com 0,194 U totais; seguido do 2.7 0,189 U totais; o fungo 4.2 com 0,151 U totais e o organismo 4.3, 137 U totais (Tabela 3).

Fungo Filamentoso	pH	Atividade Total (U)
A.1	8,14	0,079
A.2	7,77	0
4.2	7,99	0,151
4.3	8,04	0,137
2.2	7,27	0,088
2.5	7,97	0
2.6	7,93	0,194
2.7	7,29	0,189

Tabela 3. Análise da produção da FPase pelos fungos filamentosos isolados no norte de Minas Gerais.

Vale citar que, apesar dos fungos 2.6 e 2.7 terem obtidos maiores níveis de atividade, escolheram-se os fungos 2.2 e 2.7, pois são fungos que crescem à temperatura mais elevada (45-50°C) comparados aos outros isolados, tendo em vista, que micro-organismos termofílicos tendem à produzirem enzimas termotolerantes.

Diante desses resultados, realizou-se um novo *screening* com os fungos 2.2 e 2.7, com fontes de carbono palha de bananeira e farelo de trigo.

Pode-se observar que o fungo 2.2 obteve maior atividade FPase em meio de cultura CP contendo palha de bananeira como fonte de carbono, enquanto que o fungo 2.7 obteve maior atividade enzimática em meio contendo farelo de trigo como fonte de carbono (Tabela 4).

Fonte de carbono	Atividade Fpase (U Totais)	
	Fungo Filamentoso 2.2	Fungo Filamentoso 2.7
Palha de Bananeira	0,209	0,189
Farelo de Trigo	0,116	0,215

Tabela 4. Produção de FPase pelos fungos 2.2 e 2.7.

4 | CONCLUSÕES

Conclui-se que a partir desse trabalho foram isolados oito fungos filamentosos com características macroscópicas diferentes. Os fungos A.1, 4.2, 4.3, A.2, 2.5 e 2.6 são mesófilos e os fungos 2.2 e 2.7 são termófilos. Os fungos isolados pertenceram aos Gêneros *Mucor*, *Penicillium* e *Aspergillus*, assim como, o 4.3 não pode ser identificado.

Dentre os fungos isolados, os fungos 2.2 e 2.7 possuíram maior atividade enzimática com substrato papel filtro, com temperatura mais alta, comparada aos outros isolados. Entre os fungos 2.2 e 2.7, o fungo 2.2 apresentou maior atividade celulolítica, utilizando palha de bananeira como fonte de carbono. Enquanto que com a fonte de carbono farelo de trigo, o fungo 2.7 apresentou maior atividade celulolítica.

REFERÊNCIAS

Emerson, R. An experimental study of the life cycles and taxonomy of *Allomyces*. **Lloydia**. 1941, 77, 144.

GHOSE, T.K. Measurement of cellulase activities. **Pure & Appl. Chem.** v. 59, n. 2, p. 257-268, 1987.

HARGREAVES, P. I. **Bioprospecção de novas celulasas de fungos provenientes da floresta Amazônica e otimização da sua produção sobre celulignina de bagaço de cana**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola de Química. Rio de Janeiro.

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J. E. C. **Micologia Médica**. 8^a ed. São Paulo: Sarvier, p.695, 1991.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 11, p. 426-428, 1959.

PEIXOTO, S. C., JORGE, J.A., TERENCEZI, H. F., POLIZELI, M.L.T.M. 2003. **Rhizopus microsporus var. rhizopodiformis: a thermotolerant fungus with potential for production of thermostable amylases**. *Int Microbiol.* 6:269-273.

TABELA TAXONÔMICA SIMPLIFICADA PARA IDENTIFICAÇÃO DE VETORES DA FEBRE MACULOSA PRESENTES NO ESTADO DO TOCANTINS

Mariana Antunes Fiorotto de Abreu

Faculdade Presidente Antônio Carlos Porto (FAPAC - ITPAC PORTO), Faculdade de Medicina
Porto Nacional – Tocantins

Bruna Silva Resende

Faculdade Presidente Antônio Carlos Porto (FAPAC - ITPAC PORTO), Faculdade de Medicina
Porto Nacional – Tocantins

André Moreira Rocha

Faculdade Presidente Antônio Carlos Porto (FAPAC - ITPAC PORTO), Faculdade de Medicina, Departamento da Comissão Própria de Avaliação
Porto Nacional – Tocantins

Tássia Silva Resende

Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP-ULBRA),
Faculdade de Fisioterapia
Palmas – Tocantins

Rafaella Antunes Fiorotto de Abreu

Faculdade Morgana Potrich (FAMP)
Faculdade de Medicina
Mineiros - Goiás

Josefa Moreira do Nascimento-Rocha

Centro Universitário de Goiás – UNIHANGUERA
Faculdade de Medicina Veterinária, Coordenação do Curso de Medicina Veterinária
Goiânia - Goiás

RESUMO: Carrapatos do gênero *Amblyomma* estão amplamente distribuídos no território brasileiro, fato este que contribui para o aumento dos casos notificados de febre maculosa. Diante da complexidade didática existente nas chaves taxonômicas vigentes, percebe-se a necessidade de uma ferramenta que facilite a taxonomia dos vetores. Este estudo tem como objetivo a construção de chaves taxonômicas simplificadas em relação às existentes e consagradas da literatura que possibilitem a identificação de carrapatos do gênero *Amblyomma* encontrados no estado do Tocantins. Trata-se de um estudo descritivo. Primeiramente foi coordenada uma pesquisa bibliográfica para identificar estudos que demonstrassem os ectoparasitas transmissores da febre maculosa presentes no estado do Tocantins. Foi realizada a construção de uma proposta modernizada e simplificada de chave taxonômica intitulada de “tabelas taxonômicas”. Foram construídas tabelas individuais de acordo com os estádios evolutivos e sexo dos carrapatos. O Microsoft® Office Word 2010 foi a ferramenta utilizada para a organização das espécies de carrapatos de ocorrência no estado do Tocantins e construção das tabelas. Foi possível identificar sete espécies de *Amblyomma* presentes no estado do Tocantins. Verificou-se a relevância da elaboração de métodos de menor complexidade aplicáveis à

taxonomia dos carrapatos do gênero *Amblyomma*, fato este considerado o entrave de maior valor para a pesquisa quanto ao desconhecimento das espécies destes ectoparasitas. Desta forma o método em questão representa um modelo para o conhecimento da distribuição territorial dos vetores da febre maculosa nos estados brasileiros.

PALAVRAS-CHAVE: Febre Maculosa. *Amblyomma*. Taxonomia. Tocantins.

ABSTRACT: *Amblyomma* ticks are widely distributed in Brazilian territory, a fact that contributes to the increase in reported cases of spotted fever. In view of the didactic complexity existing in the current taxonomic keys, we perceive the necessity of a tool that facilitates the taxonomy of the vectors. This study aims to construct simplified taxonomic keys in relation to existing and consecrated literature that allow the identification of ticks of the genus *Amblyomma* found in the state of Tocantins. This is a descriptive study. First, a bibliographic research was conducted to identify studies that demonstrated the ectoparasites transmitting macular fever present in the state of Tocantins. The construction of a modernized and simplified taxonomic key proposal titled “taxonomic tables” was carried out. Individual tables were constructed according to the evolutionary stages and sex of the ticks. Microsoft® 2010 Office Word was the tool used to organize the species of ticks occurring in the state of Tocantins and the construction of the tables. It was possible to identify seven species of *Amblyomma* present in the state of Tocantins. It was verified the relevance of the elaboration of methods of less complexity applicable to the taxonomy of the ticks of the genus *Amblyomma*, a fact that is considered the obstacle of greater value for the research regarding the ignorance of the species of these ectoparasites. In this way the method in question represents a model for the knowledge of the territorial distribution of the maculosa fever vectors in the Brazilian states.

KEYWORDS: Rocky mountain Spotted Fever. *Amblyomma*. Taxonomy. Tocantins.

1 | INTRODUÇÃO

Os carrapatos do gênero *Amblyomma*, família ixodidae, são os principais vetores da Febre Maculosa por serem preferencialmente parasitados pelas bactérias do gênero *Rickettsia*, cuja capacidade parasitológica se associa à patogenicidade causadora da doença. O alvo destes carrapatos potencialmente infectados incluem todos os animais vertebrados e o homem (MILAGRES, 2010; PAROLA et al., 2013; MARTINS et al., 2014).

É sempre importante olhar a cadeia de transmissão entre animais domésticos e homem de modo a reforçar a ênfase dos prejuízos econômicos causados por estes parasitos não somente na saúde pública como também na pecuária brasileira em âmbito de produção de leite e carne; danos no couro; transmissão de doenças; além dos prejuízos relacionados com os custos para controle (ANDREOTTI et al., 2016).

A atualização permanente e a busca por novos conhecimentos constituem tarefas sem tréguas, pois além da necessidade de conhecermos com urgência a diversidade de carrapatos em nosso país, se faz necessário o estudo mais aprofundado dos gêneros e espécies que estão envolvidos no ciclo de transmissão de doenças prejudiciais, não exclusivamente aos animais, mas também ao homem, iniciando esta tarefa com auxílio dos sistemas de classificação taxonômica disponíveis (ANDREOTTI et al., 2016).

De fato, para que qualquer ser passe a existir para a ciência, é preciso que ele seja identificado, e receba um nome, de acordo com a sua relação de parentesco dentro do sistema de classificação dos seres vivos. Esse nome será único e valerá em qualquer parte do mundo. Essa simples relação, por si só, muitas vezes traz uma série de informações sobre possíveis características de uma nova espécie, entre outras, aquelas de caráter comportamental, preferências alimentares, agressividade, mecanismos de defesa que podem possuir e, eventualmente, se podem atuar como potenciais vetores de organismos patogênicos. Tais conhecimentos formam a base para estudos epidemiológicos visando ao controle das espécies de interesse (BRASIL, 2012; ANDREOTTI et al., 2016).

O desconhecimento da epidemiologia de doenças transmitidas por carrapatos, neste caso, a febre maculosa no estado do Tocantins, aliada a ocorrência confirmada dos vetores da doença no estado traz consigo a necessidade de criação de chaves taxonômicas que facilitem a identificação das diferentes formas evolutivas de carrapatos do gênero *Amblyomma*. Este estudo tem como objetivo a construção de chaves taxonômicas, comprovadamente simplificadas, em relação às existentes e consagradas da literatura, para carrapatos do gênero *Amblyomma* já constatados no estado do Tocantins, tendo em vista a necessidade da síntese de conteúdos relevantes à ciência direcionada ao estudo da saúde pública, fato este que proporciona acesso e propagação do conhecimento proposto, o qual visa à redução da ocorrência da Febre Maculosa no estado, através do acesso a taxonomia por novos meios.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo. Primeiramente foi coordenada uma pesquisa bibliográfica, na modalidade de artigos científicos, com o intuito de identificar estudos que demonstrassem os ectoparasitas transmissores da febre maculosa presentes no estado do Tocantins. Priorizou-se a consulta das publicações científicas nos seguintes bancos eletrônicos: Scielo, Bireme, Periódicos Capes, Biblioteca Virtual em Saúde e Medline. Para a busca dos trabalhos foram utilizados os descritores em ciência da saúde representativos para a temática sendo aplicados isoladamente e em associação durante as buscas, dentre estes: *Amblyomma*, Febre maculosa, *Rickettsia*, Tocantins, Taxonomia e Rickettsiose.

A partir do conhecimento das espécies de *Amblyomma* com ocorrência no

estado do Tocantins foram elaboraram tabelas taxonômicas simplificadas. As tabelas foram elaboradas após a análise de chaves consagradas na literatura que são internacionalmente utilizadas para identificação das espécies de *Amblyomma*. Dentre os autores pesquisados estavam: Barros-Battesti, Arzua, Bechara (2006); Onofrio (2007); Martins et al. (2010); Martins et al. (2016); Nava et al. (2014).

Com o conhecimento das espécies de *Amblyomma* de registro confirmado no estado do Tocantins, foi realizada a construção de uma proposta modernizada e simplificada de chave taxonômica, com intuito de substituir o uso das chaves tradicionais e segmentadas existentes na literatura. A nova proposta de identificação de carrapatos foi intitulada “tabelas taxonômicas”, pois utiliza um sistema de tabelas em substituição ao modelo tradicional. A construção das tabelas foi precedida da organização, em forma de listas, das características utilizadas para a taxonomia, as quais tornaram possível a enumeração de cada uma destas. Foram construídas tabelas individuais de acordo com os estádios evolutivos dos carrapatos (ninfas e adultos), além disso, para as formas evolutivas adultas foram elaboradas tabelas taxonômicas de acordo com o sexo (macho e fêmea) de modo a organizar as características pertinentes.

Para realização de um processo de taxonomia utilizando o modelo criado, inicialmente deve-se fazer a análise das tabelas, e a partir de então deve-se proceder a conferência das características através dos números atribuídos a cada uma destas, em seus respectivos quadros. Nas colunas de cada quadro estão evidenciadas as características representadas por números e nas linhas encontram-se as espécies de carrapatos do gênero em estudo. O Microsoft® Office Word 2010 foi a ferramenta utilizada para a organização das espécies de carrapatos de ocorrência no estado do Tocantins e construção das tabelas taxonômicas simplificadas.

3 | RESULTADOS

Identificaram-se sete espécies de carrapatos do gênero *Amblyomma* com ocorrência no estado do Tocantins após verificação e constatação das espécies com registros no Brasil. O Quadro 1 apresenta as espécies de carrapatos do gênero *Amblyomma* em comum entre o Tocantins e outros estados brasileiros.

Espécie de Carrapato	Distribuição geográfica no Brasil	Referências
<i>Amblyomma cajennense sensu stricto</i>	Pará, Rondônia, Tocantins, Maranhão, Mato Grosso	Martins et al. (2009); Martins et al. (2014)
<i>Amblyomma sculptum</i>	Áreas tropicais e subtropicais do Brasil Pará, Rondônia, Tocantins, Bahia, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná	Labruna (2009); Martins (2014); Nava et al. (2014);

<i>Amblyomma ovale</i>	São Paulo, Santa Catarina, Rondônia, Tocantins	Martins et al. (2009); Szabó, Pinter e Labruna (2013); Martins et al. (2014)
<i>Amblyomma Rotundatum</i>	Goiás, Minas Gerais, Rondônia, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Tocantins	Onofrio et al. (2002); Woehl Júnior (2002); Viana et al. (2012); Martins (2016); Luz, Faccini e Silva (2015)
<i>Amblyomma parvum</i>	Goiás, Mato Grosso, Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Norte, Tocantins	Ferreira, Rego e Ahid (2008); Martins (2009); Martins et al. (2009); Olegário (2010); Martins (2016)
<i>Amblyomma oblongoguttatum</i>	Espírito Santo, Rondônia, Tocantins	Orgrzewalska et al. (2007); Martins et al. (2009); Martins et al. (2014); Martins et al. (2017)
<i>Amblyomma tigrinum</i>	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais, Tocantins, Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo	Pereira et al. (2000); Labruna et al. (2001); Abel, Pedrozo e Bueno (2006); Cardoso et al. (2008); Martins et al. (2009)

Quadro 1- Espécies de carrapatos do gênero *Amblyomma* com ocorrência confirmada no estado do Tocantins e outros estados brasileiros. Fonte: Elaborada pelos autores.

O estágio evolutivo de ninfa não possibilita a separação dos ectoparasitas de acordo com o sexo, desta forma, a Tabela 1 representa as características derivadas, sem distinção de sexo, para identificação de ninfas de *Amblyomma* e a Tabela 2 constitui a tabela taxonômica para a identificação de ninfas de carrapatos do gênero *Amblyomma* com espécies de ocorrência confirmada no estado do Tocantins.

1	Coxa I com 1 espinho interno pontiagudo longo e afilado
2	Coxa I com 2 espinhos
3	Coxa I com 2 espinhos, sendo o espinho interno mais curto do que o espinho na coxa II de tamanho médio
4	Coxa I com 2 espinhos, sendo o espinho interno tão longo quanto o espinho da coxa II
5	Coxa I com 2 espinhos pontiagudos, separados pelo espaço igual ou maior do que a largura da base do espinho externo; o externo é cerca de 2 vezes maior que o interno
6	Coxa I com 2 espinhos de tamanho médio
7	Coxa II com somente 1 espinho
8	Coxa II com 2 espinhos, sendo o interno bem pequeno
9	Coxa II e IV com pequeno espinho triangular e trocânteres sem espinhos
10	Coxa IV com um pequeno espinho triangular tão longo quanto largo
11	Coxa IV com um pequeno espinho triangular mais longo do que largo
12	Córnuas ausentes
13	Córnuas diminutas
14	Córnuas triangulares diminutas
15	Ausência de tubérculos quitinosos, 11 festões, contorno oval
16	Ausência de tubérculos quitinosos em ângulos póstero-interiores aos festões
17	Rugas cervicais profundas ao terço anterior do intestino, seguido de depressão superficial no terço médio ao escudo
18	Escudo com pontuações profundas concentradas nas áreas laterais

19	Escudo com comprimento <0,7mm
20	Escudo com bordo posterior não cordiforme
21	Aurículas semelhantes a espinhos projetados posteriormente, não curvos, situados ventralmente na região póstero-lateral
22	Placa espiracular triangular com ângulos arredondados e um prolongamento dorsal evidente
23	Aurícula na forma de projeções póstero-laterais arredondadas
24	Base dorsal do capítulo com forma retangular
25	Base dorsal do capítulo retangular, margem posterior ligeiramente côncava e margem posterior convexa ventralmente
26	Olhos não orbitados em ângulos laterais ao nível do escudo
27	Olhos localizados no terço posterior do escudo
28	Idiossoma longilíneo
29	Hipostômio arredondado apicalmente e denteção 2/2 com 7-8 dentes por linha
30	Hipostômio espatulado
31	Hipostômio 2, 5/2, 5
32	Ninfa normalmente de tamanho pequeno

Tabela 1- Lista de características para identificação taxonômica ninfas do gênero *Amblyomma* de ocorrência no estado do Tocantins. Fonte: Elaborado pelos autores.

Espécie Característica	<i>A. rotunda-</i> <i>tum</i>	<i>A. ovale</i>	<i>A. parvum</i>	<i>A. oblongoguta-</i> <i>tum</i>	<i>A. tigrinum</i>	<i>A. cajennense</i> <i>sensu strictu</i>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						

27						
28						
29						
30						
31						
32						

Tabela 2- Tabela taxonômica assinalando as características presentes nas espécies ninfas do gênero *Amblyomma* de ocorrência no estado do Tocantins. Fonte: Elaborado pelos autores.

As Tabelas 3 e 4 apresentam, respectivamente, as características derivadas para auxílio na identificação taxonômica de carrapatos adultos machos e o modelo taxonômico que permite a identificação das diferentes espécies de carrapatos adultos machos do gênero *Amblyomma*. As Tabelas 5 e 6 apresentam, respectivamente, as características derivadas para auxílio na identificação taxonômica de carrapatos adultos fêmeas e o modelo taxonômico que permitem a identificação das diferentes espécies de carrapatos adultos fêmeas do gênero *Amblyomma*.

1	Esboço oval, escápula apontada, cervical, sulcos profundos, curtos, em forma de vírgula
2	Manchas cervicais alongadas posteriormente, manchas limitantes não fundidas posteriormente; extremidade anterior das manchas limitantes às vezes se fundem com manchas oculares; pontos laterais fundidos; manchas póstero-acessórias pequenas
3	Fóvea claramente visível no fundo branco. Estreita e distinta listra branca marginal
4	Coxa I com dois diferentes esporões de comprimento médio, sendo o externo o mais longo; coxa II e III com esporão curto e arredondado que se projeta da borda do canto
5	Capítulo dorsal de base sub-retangular, margem posterior ligeiramente côncava, córnua arredondadas.
6	Coxa I com dois espinhos contíguos, agudos e tão longos quanto o comprimento da coxa, o esterno é ligeiramente encurvado para fora e pouco mais longo que o interno, ambos cobrindo o artícuo seguinte; escudo castanho com manchas acobreadas e esverdeadas
7	Coxa I com dois espinhos muito desiguais, sendo que o externo alcança a coxa dois, um deles, em geral, cobre o artícuo seguinte ou se ambos o cobre, não alcançam a metade desse artícuo e o externo podendo apresentar tamanho equivalente à metade do comprimento da coxa
8	Coxa I com dois espinhos mais curtos que o comprimento do artícuo
9	Coxa I com dois espinhos finos, sendo o interno mais largo e ligeiramente menor que o externo, sendo este correspondendo à quase metade do artícuo
10	Coxa I com dois espinhos fortes e desiguais, o externo podendo apresentar tamanho equivalente à metade do comprimento da coxa, um dos quais, em geral, cobre o artícuo seguinte, ou se ambos o cobrem, não alcançam a metade desse artícuo
11	Coxa I com dois espinhos, porém o interno vestigial e o externo da coxa I longo, ultrapassando a metade do artícuo
12	Coxa I com dois espinhos sub-iguais, curtos e arredondados
13	Coxa IV com um só espinho, mais curto que o comprimento do artícuo
14	Coxas II e III com espinhos evidentes
15	Coxa IV com um só espinho, mais curto que o comprimento do artícuo; esporão interno longo, direto e apontado sem atingir o nível do ânus
16	Coxas II-IV com dois espinhos, também arredondados, em geral curtos

17	Presença de espinhos nos pré-tarsos
18	Trocânter sem espinhos
19	Trocânteres com espinhos
20	Trocânteres sem esporão. Órgão de Haller com abertura capsular transversal e espiracular
21	Linha estreita marginal branca e distinta
22	Sem tubérculos quitinosos nos festões
23	Festões mais longos do que largos com pontuações; Festões centrais limpos, com a metade interna dos festões I, II e V marcados em marrom claro; Festões III e IV brancos com vários limites internos marrom
24	Parte posterior do escudo fortemente pontuada em todas as áreas e machas com grandes pontuações cada vez mais profundas, adornados por listras que separam os pontos; Parte anterior do escudo com menos, mais rasas e numerosas pontuações uniformemente distribuídas.
25	Abertura genital localizadas no nível de coxa II, em forma de U
26	Placas adanais em forma de vírgula, com processo caudal tão amplo quanto o festão adjacente
27	Sulco marginal distinto limitando posteriormente todos os festões
28	Escudo com festões sem tubérculos nos ângulos internos; banda marrom central do escudo interrompida na porção posterior por uma mancha esbranquiçada
29	Escudo castanho-claro, ornamentado com manchas suaves nas laterais, e na região central sendo mais esbranquiçadas no bordo posterior, com poucas pontuações grandes, concentradas principalmente nas porções laterais anteriores, e outras pequenas mais numerosas
30	Escudo castanho-claro sem ornamentação; Palpos curtos e espessos, artículo I com um espinho ventral retrógrado
31	Sulco marginal completo, delimita todos os festões atingindo o limite ao nível dos olhos
32	Escudo Ornamentado, lisos, com manchas marrons ornamentadas por listras calcáreas esbranquiçadas
33	Artículo II do palpo normal
34	Palpos longos e delgados
35	Hipostômio 3/3
36	Hipostômio espatulado
37	Dentição 3/3
38	Dentição 4/4 da base até metade 3/3 ao ápice do hipostômio

Tabela 3- Lista de características para identificação taxonômica de carrapatos machos adultos do gênero *Amblyomma* de ocorrência no estado do Tocantins. Fonte: Elaborado pelos autores.

Espécie Característica	A.sculptum	A.rotundatum	A.ovale	A.parvum	A.oblongoguta- tum	A. tigrinum	A.dubitatum
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							

Tabela 4- Tabela taxonômica assinalando as características presentes nas espécies de carrapatos adultos machos do gênero *Amblyoma* de ocorrência no estado do Tocantins. Fonte: Elaborado pelos autores.

1	Escápula apontada, cervical, sulcos profundos, curtos, em forma de vírgula
---	--

2	Manchas cervicais alongadas posteriormente; faixas limitantes estreitas, posteriores ao limite das manchas limitantes não fundidas posteriormente; a extremidade anterior das manchas limitantes às vezes se fundem com as ântero-acessório e com as manchas oculares, pontos laterais fundidos, mas distintos e claramente delimitado por pontuações profundas, manchas póstero-acessórias pequenas; linhas póstero mediano mais estreitas do que a listra calcificada adjacente
3	Fóvea claramente visível no fundo branco
4	Capítulo dorsal com base sub-retangular, de largura o dobro do comprimento, margem posterior ligeiramente côncava, córnua arredondadas e o comprimento do ápice do palpo maior que a base do capítulo
5	Coxa I com dois espinhos maiores que o comprimento do artículo, contíguos, o externo pouco maior que o interno, terminando em ponta aguda e ligeiramente encurvada para fora
6	Coxa I com dois espinhos finos sendo o interno mais largo e ligeiramente menor que o externo, o externo correspondendo à quase metade do comprimento do artículo
7	Coxa I com dois espinhos, porém o interno vestigial e o externo da coxa I longo, ultrapassando a metade do artículo
8	Coxa I com dois espinhos sub iguais, curtos e arredondados
9	Coxa I com dois espinhos mais curtos que o comprimento do artículo
10	Coxa I com dois espinhos muito desiguais e separados, o interno correspondendo a menos de 1/3 do comprimento do externo; presença de espinho retrógrado no artículo I do palpo
11	Coxas II e III com espinhos evidentes
12	Coxa IV com um só espinho
13	Coxas II-IV com dois espinhos, bem arredondados, em geral curtos
14	Presença de espinhos nos pré-tarsos
15	Trocânter sem espinhos
16	Trocânter com espinhos
17	Linha esterita marginal branca e distinta
18	Sem tubérculos quitinosos nos festões
19	Festões mais longos do que largos com pontuações; festão central limpo, metade interna dos festões I, II e V marrom, meio claro, festões III e IV brancos bem delimitados com área marrom interna estreita
20	Pontuações na parte posterior do escudo fortemente distribuídas em todas as áreas, mas pontos com grandes pontuações cada vez mais profundas com listras separando e esboçando os pontos; parte anterior do escudo menor, mais raso, numeroso e com pontuações uniformemente distribuídas
21	Escudo fracamente castanho claro, de bordos sinuosos, ou não ornamentado
22	Escudo apresentando uma mancha central que vai desde a porção anterior até a posterior e outras bem menores nos campos laterais, todas de colorações esverdeadas à acobreadas
23	Escudo com festões sem tubérculos nos ângulos internos; banda marrom, central do escudo interrompida na porção posterior por uma mancha esbranquiçada
24	Escudo castanho-claro ornamentado com manchas suaves nas laterais e na região central, sendo mais esbranquiçada no bordo posterior, com poucas pontuações grandes, concentradas principalmente nas porções laterais anteriores, e outras pequenas, mais numerosas
25	Escudo castanho-claro com uma mancha acobreada na região posterior lembrando um triângulo, e manchas longitudinais nos campos cervicais estendendo-se posteriormente
26	Artículo II do palpo normal

27	Palpos longos e delgados
28	Hipostômio espatulado
29	Dentição 3/3
30	Dentição 4/4 da base até a metade 3/3 da metade do ápice do hipostômio

Tabela 5- Lista de características para identificação taxonômica de carrapatos adultos fêmeas do gênero *Amblyomma* de ocorrência no estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Espécie Característica	<i>A.sculptum</i>	<i>A.rotundatum</i>	<i>A.ovale</i>	<i>A.parvum</i>	<i>A.oblongogutatum</i>	<i>A.tigrinum</i>	<i>A.dubitatum</i>
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Tabela 6- Tabela taxonômica assinalando as características presentes nas espécies de carrapatos adultos fêmeas do gênero *Amblyomma* de ocorrência no estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 | DISCUSSÃO

Graças à grande extensão do território Brasileiro este é subdividido em seis biomas os quais incluem Amazônia, Cerrado, Pantanal, Mata Atlântica, Caatinga e Pampa. Em relação à distribuição geográfica, sabe-se que os biomas Cerrado, Mata Atlântica, Amazônia e Pantanal constituem ambientes propícios para a manutenção das espécies de *Amblyomma* (ESTRADA-PEÑA, ESTRADA-SÁNCHEZ, ESTRADA-

SÁNCHEZ, 2014; OLIVEIRA, 2017).

Todas as características bioclimatológicas registradas no Tocantins influenciam diretamente para a ocorrência de carrapatos do gênero *Amblyomma*, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) informam que 91% deste território é ocupado pelo bioma Cerrado, apresentando aproximadamente seis meses de período seco. Neste ambiente, encontra-se a Mata Ciliar – a qual é definida como vegetação florestal que acompanha as margens dos rios de médio e grande porte, com vegetação mais exuberante à medida que se avança para o oeste, sendo que o clima Tropical nesta área é bem mais úmido do que na Caatinga que também está presente entre as variações do bioma tocantinense (SILVA; SILVA; MONTEIRO, 2007).

A identificação taxonômica das espécies de *Amblyomma* é realizada por meio da utilização de chaves taxonômicas, comparando-se com o material depositado em coleção de referência. É necessário identificar o estágio de vida do carrapato (larva, ninfa ou adulto), reconhecer o sexo (macho ou fêmea), gênero e identificar a espécie (BARROS-BATTESTI, ARZUA, BECHARA, 2006).

O sistema tradicional de identificação taxonômica é composto por um grupo de regras complexas organizadas na forma de códigos. Essa forma de manuseio das chaves tradicionais diminui o prestígio da taxonomia, pois tem se mostrado complexa quanto às etapas de seguimento da identificação, o que torna dispendioso o tempo gasto para a execução da taxonomia. Na literatura há uma limitação na elaboração destas chaves a qual restringe seu objetivo apenas à identificação e classificação quanto à fase de vida do parasita, sendo desta forma necessária a utilização de mais de uma chave taxonômica para que possa ser feita a classificação quanto ao sexo, gênero e espécie investigada, fragmentando a busca de informações (RAPINI, 2004; VIEIRA et al., 2004).

O modelo de tabelas taxonômicas revela, de forma simplificada, as características compartilhadas entre as diferentes espécies, facilitando a taxonomia através do método de comparação entre os carrapatos em observação, fato este que acaba por reduzir significativamente o tempo da atividade prática no processo de identificação taxonômica. Este benefício se comprova ao analisar um carrapato através da microscopia e encontrar uma determinada característica já vista anteriormente na análise de outro carrapato, tornando possível a exclusão das hipóteses de espécies que não possuem aquela característica. Isso contribui diretamente para a restrição do rol de opções e afunilamento das hipóteses de espécies existentes para aquele carrapato do gênero *Amblyomma*, já constatado como pertencente a este gênero através de métodos para a classificação destes, os quais não são o foco desta pesquisa, portanto não evidenciados.

O interesse pela modernização taxonomia tem despertando comunidades especializadas em identificação e taxonômica e informática, que têm trabalhado juntas para conseguir otimizar o processo. Alguns progressos já foram conseguidos em relação ao acesso a recursos taxonômicos *on-line*, porém nem todas as plataformas

são completas e existem ainda poucos projetos a esse respeito (BISBY et al., 2002; CARVALHO; FILER; RENNER, 2015).

A nova proposta apresentada no presente trabalho sugere uma análise rápida, fato este que por si só atribui simplicidade à execução da taxonomia dos carrapatos em questão, sem, no entanto, proceder com a retirada de conteúdos das chaves tradicionais, conservando a fidelidade e riqueza de informações que já existiam nos modelos anteriores.

A modernização das chaves taxonômicas, bem como a criação de chaves direcionadas a localidades específicas, como neste caso o estado do Tocantins, contribui para a desfragmentação de informações que este modelo representasse também na recuperação da importância atrelada a esta prática importante em âmbito de saúde coletiva que é a taxonomia (RAPINI, 2004).

5 | CONCLUSÃO

A elaboração das tabelas taxonômicas simplificadas surge como um instrumento facilitador ao desenvolvimento de pesquisas nesta área, de modo a atuar como ferramenta didática no processo de identificação e classificação sistemática dos carrapatos não somente no Tocantins, mas em áreas onde seja relevante este estudo, tornando possível a construção de chaves simplificadas para cada uma destas regiões.

A proposta idealizada apresenta potencial significativo para simplificação do processo de identificação taxonômica de carrapatos do gênero *Amblyomma*, sendo possível utilizá-las em substituição aos modelos tradicionais.

O estudo do gênero *Amblyomma* contribui para a geração de saldo positivo referente ao problema de saúde pública que estes representam, oferecendo fáceis meios de acesso a informações que auxiliem na formulação de políticas públicas direcionadas para vigilância epidemiológica deste vetor.

REFERÊNCIAS

- ABEL, I.; PEDROZO, M. G. C.; BUENO, C. ***Amblyomma tigrinum* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) em cães domésticos procedentes da reserva florestal do Boqueirão, Município de Ingaí, Sul de Minas Gerais.** Arq Inst Biol. v. 73, n. 1, p. 111-112, 2006.
- ANDREOTTI, R.; KOLLER, W.W.; GARCIA, M.V. **Carrapatos: protocolos e técnicas para estudo.** Brasília: Embrapa, 2016. p.1-5.
- BARROS-BATTESTI, D. M.; ARZUA, M.; BECHARA, G. H. et al. **Carrapatos de importância médico-veterinária da região neotropical: um guia ilustrado para identificação de espécies.** São Paulo: Vox/ICTTD-3/Butantan, 2006. 223p.
- BISBY, F.A.; SHIMURA, J.; RUGGIERO, M.; EDWARDS, J.; HAEUSER, C. **Taxonomy, at the click of a mouse.** Nature. V.418, p.377, 2002.
- BRASIL, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. **Importância dos carrapatos na transmissão da Febre Maculosa Brasileira.** Brasília: Embrapa, 2012. 32 p. Disponível em: <<https://cloud.cnpgc.embrapa.br/controlado-carrapato-ms/files/2011/11/DOC193.pdf>> Acesso em 15 de

dezembro de 2018.

CARDOSO, C. P.; STALLIVIERI, F. M.; SCHELBAUER, C. A.; SCHELBAUER, C.A.; SOUZA, A.P.; BELLATO, V.; SARTOR, A.A. **Amblyomma tigrinum no município de Lages, SC e observações da biologia em condições de laboratório.** Rev Bras Parasitol. v. 17, n. 1, p. 56-58, 2008.

CARVALHO, F.A.; FILER, D.; RENNER, S. **Taxonomy in the electronic and na e-monograph of the papaya family (Caricaceae) as na example.** Cladistics. v. 31, p. 321-329, 2015.

ESTRADA-PEÑA, A.; ESTRADA-SÁNCHEZ, A.; ESTRADA-SÁNCHEZ, D. **Methodological caveats in the environmental modeling and projections of climate niche for ticks, with examples for Ixodesricinus (Ixodidae).** Vet Parasitol. p. 1-13, 2014.

FERREIRA, C. G. T.; REGO, I. G.; AHID, S. M. M. **Parasitismo em humano por Amblyomma parvum Aragão, 1908 (Acari: Ixodidae) em Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil.** Pubvet. v. 3, n. 1, p. 1-6, 2008.

LABRUNA, M. B.; SOUZA, S. L. P.; GUIMARÃES, J. S.; PACHECO, R.C.; PINTER, A.; GENARI, S.M. **Prevalência de carrapatos em cães de áreas rurais da região norte do Estado do Paraná.** Arq Bras MedVet Zoot. v. 2001, n. 5, 2001.

LABRUNA, M. B. **Ecology of Rickettsia in South America.** Ann N Y Acad Sci. v. 1166, p.156-166, 2009.

LUZ, H. R.; FACCINI, J. L. H.; SILVA, H. R. **Patterns of parasitism by Amblyomma rotundatum (Ixodidae) on Rhinella schneideri (Bufonidae) in islands of São Francisco River, Minas Gerais, Brazil.** Pesq Vet Bras. v. 35, n. 6, p. 579-582, 2015.

MARTINS, T. F. **Descrição e redescrição morfológica do estágio ninfal e chave taxonômica para ninfas de carrapatos do gênero Amblyomma (Acari: Ixodidae) que ocorrem no Brasil.** 2009. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

MARTINS, T. F.; SPOLIDORIO, M. G.; BATISTA, T. C. A.; OLIVEIRA, I.A.S.; YOSHINARI, N.H.; LABRUNA, M.B. **Ocorrência de carrapatos (Acari: Ixodidae) no município de Goiatins, Tocantins.** Rev Bras Parasitol Vet. v. 18, n. 2, p. 50-52, 2009.

MARTINS, T. F.; ONOFRIO, V. C.; BARROS-BATTESTI, D. M.; LABRUNA, M.B. **Nymphs of the genus Amblyomma (Acari: Ixodidae) of Brazil: descriptions, redescrptions, and identification key.** Ticks and Tick-borne Diseases. v. 1, p. 75-99, 2010.

MARTINS, L. A. **Efeitos da infecção por Rickettsia rickettsii sobre o perfil de expressão gênica do carrapato vetor Amblyomma cajennense.** 2014. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

MARTINS, T. F.; VENZAL, J. M.; TERASSINI, F. A.; COSTA, F.B.; MARCILI, A.; CAMARGO, L.M.; BARROS-BATTESTI, D.M.; LABRUNA, M.B. **New tick records from the state of Rondônia, western Amazon, Brazil.** Exp Appl Acarol. v. 62, n. 1, p. 121- 128, 2014.

MARTINS, T. F.; BARBIERI, A. R. M.; COSTA, F. B.; TERASSINI, F.A.; CAMARGO, L.M.; PETERKA, C.R.; PACHECO, R.; DIAS, R.A.; NUNES, P.H.; MARCILI, A.; SCOFIELD, A.; CAMPOS, A.K.; HORTA, M.C.; GUILLOUX, A.G.; BENATTI, H.R.; RAMIREZ, D.G.; BARROS-BATTESTI, D.M.; LABRUNA, M.B. **Geographical distribution of Amblyomm acajennense (sensulato) ticks (Parasitiformes: Ixodidae) in Brazil, with description of the nymph of A. cajennense (sensu stricto).** Parasit Vectors. v. 9, n. 186, p. 1-14, 2016.

MARTINS, M. M. **Fauna, sazonalidade e riquetsias de carrapatos em área do cerrado Goiano.**

2016. 85f. Tese (Doutorado em imunologia e parasitologia aplicadas) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2016.

MARTINS, T. F.; LUZ, H. R.; FACCINI, J. L. H.; LABRUNA, M.B. **Life-cycle of *Amblyomma oblongoguttatum* (Acari: Ixodidae) under laboratory conditions**. Exp Appl Acarol. v. 71, n. 4, p. 415-424, 2017.

MILAGRES, B.S. **Pesquisa de *Rickettsia* em animais sinantrópicos e domésticos e em seus ectoparasitas em duas áreas de baixa endemicidade para febre maculosa brasileira da região leste de Minas Gerais, de 2005-2007**. 2010. 136f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2010.

NAVA, S. B.; LABRUNA, M. B.; CÁCERES, A. G.; CÁCERES, A.G.; MANGOLD, A.J.; GUGLIELMONE, A.A. **Reassessment of the taxonomic status of *Amblyomma cajennense* with the description of three new species, *Amblyomma tonelliae* n. sp., *Amblyomma interandinum* n. sp. And *Amblyomma patinoi* n. sp., and reinstatement of *Amblyomma mixtum*, and *Amblyomma sculptum* (Ixodida: Ixodidae)**. Ticks Tick Borne Dis. v. 5, n. 3, p. 252- 276, 2014.

OLEGÁRIO, M. M. M. **Biologia do *Amblyomma parvum*, Aragão, 1908 (Acari: Ixodidae) utilizando-se diferentes hospedeiros em condições de laboratório**. 2010. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2010.

OLIVEIRA, S. V. **Febre maculosa no Brasil: situação epidemiológica atual e a distribuição geográfica de carrapatos em cenários de mudanças climáticas**. 2017. 178f. Tese (Doutorado em Medicina Tropical) - Universidade de Brasília. Brasília, 2017.

ONOFRIO, V. C.; DUARTE, M. R.; LABRUNA, M. B.; BATTESTI, D.M.B. **Regiões brasileiras de ocorrência de *Amblyomma rotundatum* Koch, 1844 (Acari:Ixodidae)**. 2002. Anais... Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária. Rio de Janeiro, RJ, 2002. Disponível em: <http://repository.usp.br/single.php?id=001271030>

ONOFRIO, V. C. **Revisão do Gênero *Amblyomma* Koch, 1844 (Acari: Ixodidae) no Brasil**. 2007. 190f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropética, 2007.

PAROLLA, P; PADDOCK, C.D., SOCOLOVSKI, C.; LABRUNA, M.B.; MEDIANNIKOV, O.; KERNIF, T.; ABDAD, M.Y.; STENOS, J.; BITAM, I.; FOURNIER, P.E.; RAOULT, D. **Update on tick borne rickettsioses around the world: a geographic approach**. Clin Microbiol Review. v. 26, n. 4, p. 657-702, 2013.

PEREIRA, M. C.; SZABÓ, M. P; BECHARA, G. H.; MATUSHIMA, E.R.; DUARTE, J.M.; RECHAV, Y.; FIELDEN, L.; KEIRANS, J.E. **Ticks (Acari: Ixodidae) associated with wild animals in the Pantanal region of Brazil**. J Med Entomol. v. 37, n. 6, p. 979-983, 2000.

RAPINI, A. **Modernizando a taxonomia**. Biota Neotropica. v.4, n.1, p.1-4, 2004.

SILVA, A. S.; SILVA, M. K.; MONTEIRO, S. G. **Parasitismo por *Amblyomma triste* em gato doméstico**. Rev Bras Parasitol. v. 16, n. 2, p. 108-109, 2007.

SZABÓ, M. P. J.; PINTER, A.; LABRUNA, M. B. **Ecology, biology and distrution of spotted-fever tick vectors in Brazil**. Front Cell Infect Microbiol. v. 3, p. 1-9, 2013.

VIANA, L. A.; WINCK, G. R.; ALMEIDA-SANTOS, M. TELLES, F.B.; GAZÊTA, G.S.; ROCHA, C.F. **New host records for *Amblyomma rotundatum* (Acari: Ixodidae) from Grussaí restinga, Rio de Janeiro, Brazil**. Rev Bras Parasitol. v. 21, n. 3, p. 319-322, 2012.

VIEIRA, A. M. L.; SOUZA, C. E.; LABRUNA, M. B.; MAYO, R.C.; SOUZA, S.S.L.; CAMARGO-NEVEZ, V.L.F. **Manual de vigilância acarológica**. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde, 2004. 62p.

ORGRZEWALSKA, M. O.; UEZU, A.; FERREIRA, F.; LABRUNA, M.B. **Carrapatos (Acari: Ixodidae) capturados na reserva natural do Vale do Rio Doce, Linhares, Espírito Santo**. Rev Bras Parasitol. v. 16, n. 3, p. 177-179, 2007.

WOEHL JÚNIOR, G. **Infestação de *Amblyomma rotundatum* (Koch) (Acari, Ixodidae) em sapos *Bufo ictericus* (Spix) (Amphibia, Bufonidae): novo registro de hospedeiro**. Rev Bras Zool. v. 19, n. 2, p. 329-333, 2002.

HIPÓTESES EXPLICATIVAS PARA OCORRÊNCIA DE ALTERAÇÕES TERATOLÓGICAS EM DIATOMÁCEAS (*Bacillariophyceae*)

Cinthia Coutinho Rosa Favaretto

Programa de Pós Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais - Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Cascavel, PR

cicoutinho.bio@gmail.com

Camila Akemy Nabeshima Aquino

Programa de Pós Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais - Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Cascavel, PR

Liliane Caroline Servat

Programa de Pós Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais - Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Cascavel, PR

Norma Catarina Bueno

Programa de Pós Graduação em Conservação e Manejo de Recursos Naturais - Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Cascavel, PR

RESUMO: As diatomáceas constituem um grupo amplamente diversificado e representativo. Possuem parede celular constituída por dióxido de sílica, além de ricas ornamentações que auxiliam na taxonomia do grupo. Condições ambientais adversas podem resultar em deformações na morfologia celular das diatomáceas levando à formas chamadas teratológicas. As algas teratológicas podem ser

utilizadas em avaliações ambientais, podendo ser indicativos de modificações no ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: ambiente lótico, diversidade, perifíton.

ABSTRACT: Diatoms constitute a widely diverse and representative group. They have a cell wall made up of silica dioxide, as well as rich ornamentation that helps in the taxonomy of the group. Adverse environmental conditions may result in deformations in the cellular morphology of diatoms leading to so-called teratological forms. Teratological algae may be used in environmental assessments and may be indicative of changes in the environment.

KEYWORDS: lotic environment, diversity, periphyton.

1 | INTRODUÇÃO

As diatomáceas da Classe Bacillariophyceae constituem um grupo amplamente diversificado e representativo, ocorrendo em quase todos os ambientes aquáticos do mundo, o que as torna um dos grupos algais mais importantes na determinação da qualidade aquática (Round, 1990).

Possuem parede celular (valvas) constituída por dióxido de sílica (SiO_2),

apresentam ricas ornamentações que são de extrema importância, pois a taxonomia das espécies está baseada nessas características morfológicas. Diferenças nas condições ambientais podem resultar em alterações no mecanismo fisiológico e morfológico das diatomáceas, tais como deformação do esboço valvar e alteração no padrão de estrias, alterações estas denominadas formas teratológicas. (Stoermer; Julius, 2003; Falasco *et al.*, 2009; Muhr, 2014). Essas formas podem ser indicativos válidos de estresses derivados de contaminação por herbicidas, metais pesados, nutrientes, e salinidade, refletindo a saúde do ecossistema (Debenest *et al.*, 2008; Falasco *et al.*, 2009). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a presença de algas, do grupo das diatomáceas, teratológicas e realizar o levantamento de possíveis causas de sua ocorrência.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Localizado no município de São Miguel do Iguaçu, Paraná, o riacho Tenente João Gualberto é um importante afluente da Bacia hidrográfica do Baixo Iguaçu, possuindo sua nascente e parte de seu curso entre campos de cultivo agrícola (Figura 1).

Para o estudo florístico foram realizadas coletas mensais entre 09/2012 e 08/2013. O material perifítico foi coletado a partir da macrófita aquática *Eleocharis minima* Kunth. As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno, preservadas com solução *Transeau* e depositadas no Herbário da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* Cascavel (UNOP- *Algae*).

Para as análises qualitativas das diatomáceas foi empregada a metodologia de Simonsen (1974), modificada por Moreira-Filho e Valente-Moreira (1981). A identificação dos táxons seguiu Round *et al.*, (1990), sendo as sub-amostras avaliadas morfometricamente e fotografadas em microscópio trinocular (Olympus BX60).

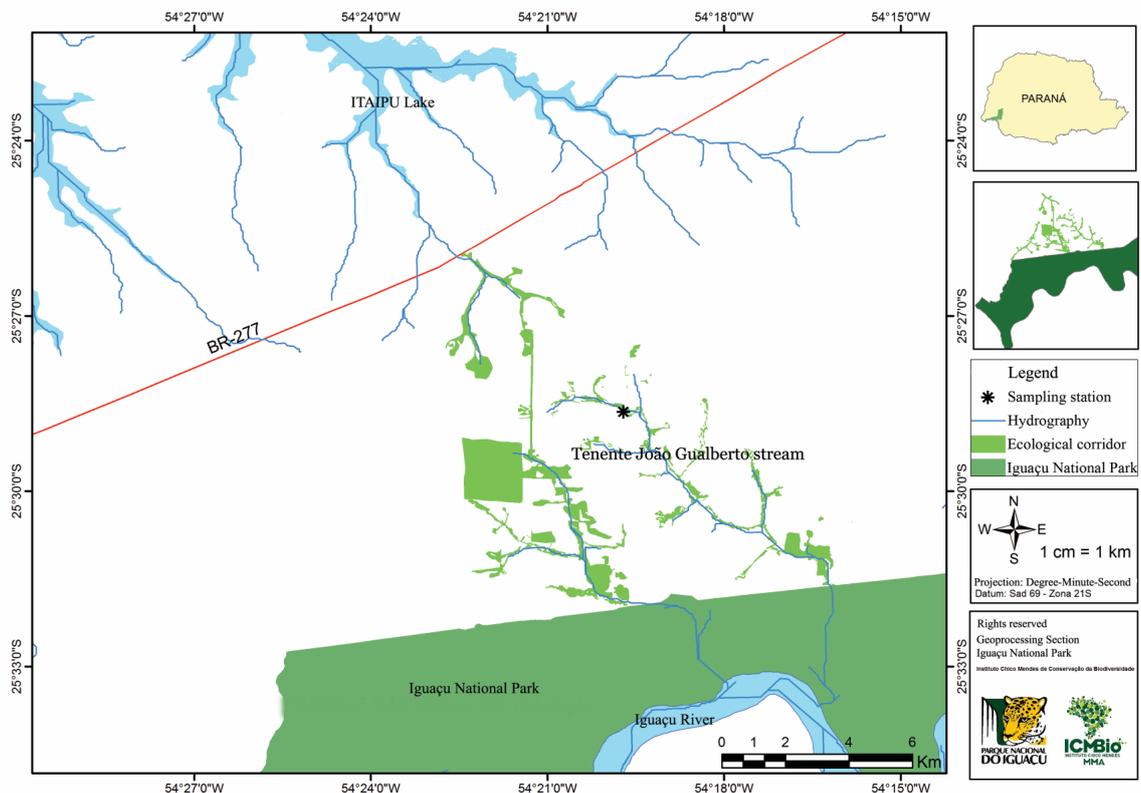


Figura 1. Localização da estação de amostragem no riacho Tenente João Gualberto, São Miguel do Iguaçu, PR, Brasil.

Os dados referentes à amostragem das variáveis físicas foram medidos *in situ* pela sonda multiparâmetro da marca HORIBA, modelo U-5000. As variáveis químicas foram analisadas no laboratório de limnologia do Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia (GERPEL) da Unioeste.

Para as análises estatísticas, foi aplicado primeiramente o critério de Kaiser Meyer Olkin (KMO), sendo aceitas as variáveis que obtiveram valores de $KMO > 0,5$. Após avaliação da adequação das variáveis, foi realizada a regressão logística aplicando-se o modelo *logit*, utilizando uma variável resposta do tipo binário (presença x ausência de diatomáceas teratológicas). A seleção do modelo foi realizada pelo método de *Stepwise Forward* (Hair *et al*, 1998).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram encontradas 62 formas teratológicas, sendo os principais gêneros *Eunotia* e *Fragilaria* com maior ocorrência no mês de setembro. Ao aplicar o modelo por regressão logística, verificou-se que as variáveis Sólidos Totais Dissolvidos e as Categorias de Densidade (0 – ausente, 1 – medianamente frequente, 2 – altamente frequente) foram representativas para a ocorrência de diatomáceas teratológicas (Tab. 1).

Fonte	Valor	Erro padrão	Pr > Qui ²	Razão de Odds
Intercepto	-2,611	4,268	0,541	
Sólidos Totais Dissolvidos (g/L)	32,400	335,687	0,923	>100
densidade-0	0,000	0,000		
densidade-1	3,642	2,750	0,185	38,176
densidade-2	3,712	2,613	0,155	40,936

Tabela 1- Coeficientes e estatísticas relativas às variáveis explicativas do modelo de Regressão Logística.

As análises físicas e químicas da água apresentaram elevados valores de sólidos totais dissolvidos, principalmente no mês de setembro de 2012, quando ocorreu a maior incidência de teratologia. A alta concentração de partículas orgânicas e/ou inorgânicas pode ter contribuído com um maior aporte de nutrientes possibilitando um desenvolvimento maior de algas.

De acordo com Debenest *et al.* (2008) e Stoermer & Andreassen (2006), as principais causas da teratologia em diatomáceas podem ser: metais pesados dissolvidos na água, herbicidas, nutrientes, resíduos, salinidade e alta densidade de indivíduos no biofilme de perifíton, este último corroborando com a alta densidade de indivíduos encontrada em setembro.

Uma vez que a elevada concentração de sólidos totais aumenta a possibilidade de ocorrência destas diatomáceas, em mais de 100 vezes, Morin (2003) observou que a elevada ocorrência de teratologia parece estar relacionada principalmente com a presença de metais pesados (Cu, Cd, Hg, Zn) ligados a proteínas que podem afetar os sistemas enzimáticos, crescimento, fotossíntese, respiração, reprodução, síntese molecular e a redução do tamanho da valva (Ruggiu *et al.*, 1998; Barber & Carter, 1981).

O solo da região em estudo classifica-se como latossolo roxo distrófico (São Miguel do Iguaçu, 2015) e apresenta alguns elementos traços com alta representatividade, como o Cobre (Cu). A contaminação por Cobre e sua presença no sedimento altera o contorno da valva, e as ornamentações, além de causar frústulas distorcidas em *Eunotia* e *Fragilaria* (Ruggiu *et al.*, 1998; Barber & Carter, 1981).

Quando há aplicação de defensivos e fertilizantes agrícolas de modo continuado pode ocorrer o acúmulo deste íon no solo (Ker, 1997; Martins, 2005). Sabendo que o riacho em estudo se encontra cercado por áreas de plantio agrícola (trigo, milho e soja) e apresenta pouca área de vegetação ciliar (dados não publicados), levanta-se a hipótese de elevação da frequência de diatomáceas teratológicas em função do acúmulo de elementos traços e associação ao uso de defensivos agrícolas. Esta hipótese tem sido sustentada por Debenest *et al.* (2008) que mostram um aumento de frústulas anormais em diatomáceas amostradas em ambientes contaminados por fertilizantes e pesticidas.

4 | CONCLUSÕES

A ocorrência conjunta de fatores (sólidos totais dissolvidos e densidade) que favorecem o aparecimento de teratologia em diatomáceas pode explicar este elevado número de algas teratológicas no mês de setembro. Diante do exposto acima, é possível utilizar as algas teratológicas como importantes bioindicadores das alterações e da qualidade da água.

REFERÊNCIAS

- Barber, H.G. & Carter, J.R. (1981). **Observations on some deformities found in British diatoms.** *Microscopy* 34: 214–226p.
- Debenest, T., Silvestre, J., Coste, M., Delmas, F., Pinelli, E. (2008). **Herbicide effects on freshwater benthic diatoms: Induction of nucleus alterations and silica cell wall abnormalities.** Elsevier. *Aquatic Toxicology*. 88: 88-94p.
- Falasco, E., Bona, F., Badino, G., Hoffmann, L., Ector, L. (2009). **Diatom teratological forms and environmental alterations: a review.** *Hydrobiologia*. 623: 1-35p.
- Hair, J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.L., Black W.C. (1998). **Multivariate data analysis.** 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 742 p.
- Ker, J.C. (1997). **Latossolos do Brasil: uma revisão.** *Geonomos*. 5:17-40p.
- Martins, S.C. (2005). **Adsorção e dessorção de cobre em solos sobre aplicação de lodo de esgoto e calda bordalesa.** 2005. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Moreira-Filho, H. & Valente-Moreira, I.M. (1981). **Avaliação taxonômica e ecológica das diatomáceas (Bacillariophyceae) epífitas em algas pluricelulares obtidas nos litorais dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo.** *Boletim do Museu Botânico Municipal*. 47:1-17p.
- Morin, S. (2003). **Amélioration des techniques de bioindication diatomique et d’analyse des données, appliquées à la révélation des effets des pollutions à toxiques.** ENITA de Bordeaux: 70p + annexes.
- Muhr, E. (2014). **Teratological Diatom Deformities in the Periphyton of Colorado Alpine Streams as Indicators of Acid Mine Drainage Contamination.** University of Colorado. Boulder. 1-45p.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. (1990). **The diatoms. Biology & morphology of the genera.** New York, Cambridge University Press. 1-129p.
- Ruggiu, D., Luglio, A., Cattaneo, A., Panzani, P. (1998). **Paleoecological evidence for diatom response to metal pollution in Lake Orta (N. Italy).** *Journal of Paleolimnology*. 20: 333–345p.
- São Miguel Do Iguaçu. (2015). Prefeitura Municipal. Secretaria do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.saomiguel.pr.gov.br/geografia>. Último acesso em 17/11/2015.
- Simonsen, R. (1974). **The diatom plankton of Indian Ocean Expedition of R/V “Meteor”.** “Meteor” Forsch. Ergebnisse 19 (D): 1-107p.
- Stoermer, E.F. & Andresen, N.A. (2006). **Atypical Tabularia in coastal Lake Erie, USA.** In

Ognjanova-Rumenova, N. & K. Manoylov (eds), Fossil and Recent Phycological Studies. Pensoft Publishers. Moscow: 9–16p.

Stoermer, E.F. & Julius, M.L. (2003). Capítulo 15: Centric Diatoms. In: WEHR, J.D. & SHEATH, R.G. 2003. **Freshwater algae of North America: Ecology and classification.** 1° ed. New York: Academic Press.

O ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DESTACANDO A PRESERVAÇÃO DA *Araucaria angustifolia*

Patricia Bachniuk Kloc

Universidade Estadual do Paraná, Acadêmica de Ciências Biológicas
União da Vitória –Paraná

Bruna Maria Caznok

Universidade Estadual do Paraná, Acadêmica de Ciências Biológicas
União da Vitória –Paraná

Adriane Rodrigues de Moraes Leite

Universidade Estadual do Paraná, Acadêmica de Ciências Biológicas
União da Vitória –Paraná

Vilcinéia Leszak

Universidade Estadual do Paraná, Acadêmica de Ciências Biológicas
União da Vitória –Paraná

Silmara Ap. Meira Bandeira

Colégio Estadual José de Anchieta, Professora de Ciências do Ensino Fundamental e de Biologia do Ensino Médio da Rede Estadual de Ensino do Estado do Paraná
União da Vitória – Paraná

Fabiane Fortes

Universidade Estadual do Paraná, docente da Unespar – Paranaguá- Paraná

como: imbuia, erva-mate, bambu e diversas herbáceas. Das espécies que correm mais risco de extinção a araucária está classificada desde 2006 como criticamente ameaçada. A espécie teve sua área de ocorrência reduzida nas últimas décadas em razão do aumento de áreas de agricultura e silvicultura. O objetivo do trabalho foi conscientizar a preservação da *Araucaria angustifolia*. A atividade foi desenvolvida pelos bolsistas do PIBID do curso de Ciências Biológicas da UNESPAR – campus de União da Vitória, para os alunos do Colégio Estadual José de Anchieta – Ensino Fundamental e Médio, em União da Vitória – Paraná. Primeiramente foi apresentado o que é a planta Araucária, como é a Mata das Araucárias, quais são os locais e condições necessárias para sua sobrevivência. Posteriormente foi realizada a explicação de seu plantio, com uma pequena discussão sobre a importância da preservação das Araucárias. Os alunos foram levados à área externa do colégio, para que houvesse contato com o pinheiro existente no local. Assim foi lida uma parte do livro *Diário de uma Árvore a partir de uma gralha* para um melhor entendimento. Em seguida, cada aluno plantou um pinhão no recipiente oferecido. Através deste trabalho foi possível esclarecer aos alunos os benefícios que as araucárias nos trazem, não só a mata das araucárias, mas a floresta que a compõe, deixando claro que toda espécie, tanto animal

RESUMO: Denominada “pinheiro-do-paraná”, a *Araucaria angustifolia* pertence a uma família pequena, nativa somente do hemisfério sul. Normalmente está associada com plantas nativas

quanto vegetal, contribui para o equilíbrio dos ecossistemas.

PALAVRAS CHAVE: conscientização, preservação ambiental, extinção, *Araucaria angustifolia*.

ABSTRACT: Named “pine-do-paraná”, *Araucaria angustifolia* belongs to a small family, native only to the southern hemisphere. Usually associated with native plants such as imbuia, yerba mate, bamboo and various herbaceous plants. Of the species that are most at risk of extinction araucaria is classified since 2006 as critically endangered. The species has had its area of occurrence reduced in the last decades because of the areas of agriculture and forestry. The objective of the work was to raise awareness of the preservation of *Araucaria angustifolia*. The activity was developed by PIBID grantees of the Biological Sciences course of UNESPAR - campus of União da Vitória, for the students of the José de Anchieta State College - Elementary and Middle School, in União da Vitória– Paraná. First we present what is the Araucaria plant, as is the Araucaria forest, what are the locations and conditions that it needs for its survival. Subsequently, an explanation of its planting was carried out, with a small discussion about the importance of the Araucaria preservation. The students were taken to the outer area of the school to have contact with the pine tree on the site. Thus was read a part of the book *Diary of a Tree from a crow* for a better understanding. Soon after, each student planted the pine nut in the container offered. With this work it was possible to clarify to the students about the benefits that the araucarias bring us, not only the forest of the araucarias, but the forest that composes it, making clear that every species, both animal and plant life, contributes to the balance of ecosystems.

KEYWORDS: awareness, environmental preservation, extinction, *Araucaria angustifolia*.

1 | INTRODUÇÃO

Conhecida como “pinheiro-do-paraná”, a *Araucaria angustifolia* pertence a uma família pequena, nativa somente do hemisfério sul, que corresponde ao Aghatis, natural da Austrália e a Araucária, que aparece no Chile, Argentina e sul do Brasil. Apesar de abundantes nestas regiões, os pinheirais de araucária não são homogêneos como as florestas europeias: a árvore aparece misturada a muitas outras plantas, como, por exemplo, a imbuia a erva-mate, bambu e diversas herbáceas (MAGOSSI, 2015).

O pinheiro-do-paraná cresce muito, chega a medir 50 metros de altura, com diâmetro de até 2 metros. Sobranceiro, o tronco ergue-se reto, sem nenhum desvio e se ramifica apenas no topo, formando a peculiar copa, os ramos desenvolvem-se horizontalmente com as pontas curvadas para cima; superpostos uns aos outros, formam vários andares. Logo abaixo da copa, nos pinheiros mais antigos aparecem, às vezes, alguns tocos de ramos, quebrando a simetria característica (MAGOSSI, 2015).

Para Filho & Kraus a araucária apresenta uma beleza rara a qual se destaca

das demais espécies do local, além de ser uma espécie que apresenta indivíduos masculinos e femininos, sendo, portanto dióica. As sementes de araucária levam em média 3 anos e meio para se formarem, mesmo passando pela fase de florescência todo o ano (FONTES et. al, 2001).

Araucaria angustifolia é a única espécie de seu gênero com ocorrência natural no Brasil, sendo sua maior área nos estados do Sul, planaltos, principalmente onde há temperaturas baixas e grande quantidade de chuva (SHIMIZU; OLIVEIRA, 1981).

Suas sementes são consideradas uma fonte de subproduto não madeirável consumida pela fauna silvestre e pelo ser humano (SANTOS et. al, 2002). Entretanto sua madeira também já foi muito comercializada e hoje encontra-se na lista de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) em 1992. Isso ocorreu pela exploração excessiva, já que sua madeira era utilizada para fabricação de móveis, produção de papel e celulose (FILHO et. al, 2011).

A *Araucária augustifolia* é uma espécie muito exigente em condições de fertilidade e física do solo, principalmente para o fator profundidade. Os solos adequados para o cultivo do pinheiro-do-paraná são, portanto, os Latossolos Vermelhos com horizonte A bem desenvolvido, altos teores de cálcio e magnésio, profundos, friáveis, porosos, bem drenados, com boa capacidade de retenção de água e textura franca a argilosa (HOOGH, 1981).

O pinheiro ocorre naturalmente em solos originários de diversos tipos de rochas, como granitos, basaltos e sedimentares. Entretanto, as condições de solo que mais aferram o crescimento dessa espécie, são: deficiência de nutrientes, toxidez por alumínio e profundidade do solo, quando inferior a 1m. Lençóis freáticos a menos de 90 cm de profundidade tornam-se restritivos ao crescimento do pinheiro (BOLFINI et al., 1980).

A espécie teve sua área de ocorrência reduzida nas últimas décadas por causa da conversão de matas nativas em áreas de agricultura e silvicultura (GAZETA, 2013).

Nesse sentido, a Educação Ambiental está ligada ao indivíduo como ser social, correlacionando-se com como as pessoas cuidam e preservam o ambiente em que vivem. Desde a origem da espécie humana, os seres humanos buscaram formas de influir no meio ambiente e transformá-lo no sentido de atender às suas necessidades. Assim sendo, a forma como a humanidade vive, produz e atua é produto de um modo de pensar e agir em relação à natureza (NUNES, 2009; PELICIONI, 1998).

Atualmente, muitas pessoas observaram que usufruir e influir desenfreadamente no meio ambiente tem causado problemas para o próprio ser humano e outras espécies. Mas essa preocupação já ocorre faz algum tempo, vivendo-se desde 1972 a partir da Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em Estocolmo, uma emergência socioambiental, que mostra a necessidade de equilibrar as atividades humanas, o crescimento econômico e o ambiente, tendo-se o desenvolvimento sustentável (VEIGA, 2005).

Além disso, existem inúmeras espécies formadoras de comunidades biológicas que estão sendo devastadas por vários motivos, tais como: caça predatória, diminuição de habitat e ação de novos predadores e competidores. Isso tem sido influenciado pelo seres humanos, por causa das devastações de terras, o clima pode ter sido influenciado pela poluição atmosférica e desmatamento. Mas, existe uma parcela da população humana que tenta mudar isso, preservando recursos ambientais e espécies (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Com a perda de várias florestas tropicais por conta da construção de estradas, atividades agrícolas, pecuária, mineração e exploração de madeira, tornou-se um sério problema ambiental e social. O avanço do desflorestamento em países tropicais está acompanhado pelo reconhecimento da rica biodiversidade que deve ser preservada nesses ecossistemas (VERISSIMO et al., 1992; BROWN et al., 1992; GALLEGOS, 1997).

Assim, existe uma preocupação para a proteção de vários ecossistemas, como – por exemplo – a Amazônia, que apresenta uma taxa muito elevada de desflorestamento, sendo necessária sua conservação (MORAN, 1993). Sendo então preciso a criação de áreas de conservação.

A Educação Ambiental veio em conjunto a isso, essa área do conhecimento surgiu no século XX, quando ocorreram mais eventos decisivos para a abordagem ambiental no mundo. Como já mencionado, em 1972 houve a Conferência de Estocolmo, considerada um marco histórico-político internacional, estabelecendo um “Plano de Ação Mundial” e recomendou que houvesse um Programa Internacional de Educação Ambiental (DIAS, 1991).

Assim sendo, a principal maneira de sensibilizar e conscientizar as pessoas sobre a preservação ambiental é com a Educação Ambiental, a qual deve estar presente nas escolas e em cursos nas universidades. Nas escolas, essa temática deve estar presente em atividades em sala de aula ou em campo, com projetos e eventos ambientais, levando assim o comprometimento pessoal dos indivíduos com a proteção ambiental, implementando de maneira interdisciplinar (DIAS, 1992).

Nas aulas os professores devem mostrar aos alunos a importância de todas as formas de vida coexistentes no planeta Terra, não apenas nas aulas de Ciências ou Biologia. Ensinar aos estudantes o lugar em que os seres vivos estão inseridos e evidenciar o desenvolvimento do respeito mútuo entre as pessoas e também para com os outros seres vivos (CURRIE, 1998).

Os docentes e outros membros das escolas devem inserir ideias de conservação e preservação ambiental aos alunos, para que esses possam fazer a diferença e se tornar adultos conscientes. O estreitamento das relações dentro e fora da escola é muito útil na conservação do ambiente, principalmente o ambiente escolar (SOUZA, 2000).

Analisando o livro “Diário de uma árvore a partir de uma gralha”, de Jussara Braga o livro aborda em formato de diário, onde uma Araucária descreve a sua

história, juntamente com o convívio de uma gralha azul. Desta maneira o livro impõe informações muito importantes sobre a árvore símbolo do Paraná. Destacando que o pinheiro está em risco extinção. (GERALDI, 2005).

Em vista disso, este presente trabalho é referente a uma pesquisa sobre como o ensino de Educação Ambiental, destacando-se a preservação da espécie *Araucária angustifolia*, pode sensibilizar os alunos sobre a conservação do meio ambiente e dos vários seres vivos inseridos na natureza. Apresenta como intuito conscientizar os alunos em relação ao uso desenfreado de recursos ambientais, o que está causando a curto prazo e o que poderá causar a longo prazo para o ser humano e também outras espécies.

2 | METODOLOGIA

A atividade foi desenvolvida pelos bolsistas do PIBID do curso de Ciências Biológicas da UNESPAR – campus de União da Vitória, para os alunos do Colégio Estadual José de Anchieta – Ensino Fundamental e Médio com os alunos do 6º ano matutino em União da Vitória – Paraná. Primeiramente apresentou-se a importância da *Araucária angustifolia* com recursos como o Datashow, mostrando imagens para melhor entendimento e melhor visualização de que é a planta Araucária, como é a Mata das Araucárias, quais são os locais e condições que ela necessita para sua sobrevivência, como pode ser plantada, por exemplo: pelos seres humanos, por outros animais, por efeitos naturais (como o vento).

A próxima etapa foi a explicação referente à “como se deve plantar uma árvore”, com uma pequena discussão sobre a importância da preservação das Araucárias e sua ameaça de extinção. Para isso foi utilizado uma parte do livro ‘*Diário de uma Árvore a partir de uma gralha*’ (autora Jussara Braga) para um melhor entendimento, como o livro tratava de como era a harmonia da araucária com a gralha, de modo que a gralha possui seu ninho em seus galhos, e levava sua semente de pinhão à terra para plantar protegendo-a para evitar sua inexistência. E extinção, de modo que uma depende sempre da outra. A araucária fornecendo abrigo e alimento para a gralha, e a gralha dissipando as suas sementes. Neste momento, os alunos foram conduzidos à área externa do colégio, onde existe um pinheiro de aproximadamente 20 anos, sentaram-se ao redor da árvore e ali, junto à Araucária, foi lida parte do livro ‘*Diário de uma Árvore a partir de uma gralha*’.



Figura 1: Imagem do livro '*Diário de uma Árvore a partir de uma gralha*' utilizado no presente trabalho

Nesse sentido, de certa forma os alunos se empolgaram e prestavam muita atenção no que era lido, cada estrofe era feita uma encenação para chamar mais atenção destes, possibilitando desta maneira com que estes alunos se interessassem pelo livro.



Figura 2: Imagem mostrando os acadêmicos do PIBID encenando trechos do livro *Diário de uma Árvore a partir de uma gralha*'

Após isso, com o objetivo de **cada aluno** contribuir para a manutenção da Araucária, foram fornecidas sementes (pinhões) para cada um dos alunos, substrato (terra) e potes que puderam ser reaproveitados, uma vez seriam descartados (copinhos de iogurte, pudim, água, etc). Foi ensinada a forma correta de plantio do pinhão seguindo os seguintes passos: 1ª etapa- deve-se adquirir uma quantidade de pinhão e escolher boas sementes. O plantio da semente da araucária é feito quando os pinhões estão novos. Eles deverão ser enterrados deitados em um saco ou pote com terra rica em

húmus (terra preta), cuidando para que esta terra permaneça sempre úmida, mas nunca encharcada. 2ª etapa- O pinhão enterrado leva em média um mês para começar a nascer. 3ª etapa- Quando as mudas atingirem mais ou menos 20 cm, podem ser transferidas definitivamente para o solo. 4ª etapa- Esta espécie não gosta de sol direto quando nova, portanto, pode-se plantar as mudas sob a sombra, em um espaçamento de 3 m entre as árvores, pois a árvore ficará grande, depois de atingir 2 metros pode tomar sol normalmente. Uma das que correm mais risco de extinção é a araucária, ou pinheiro-do-paraná, classificada desde 2006 como criticamente ameaçada (Gazeta do Povo e IBAMA, 2008. Port. 37- N, 1992).

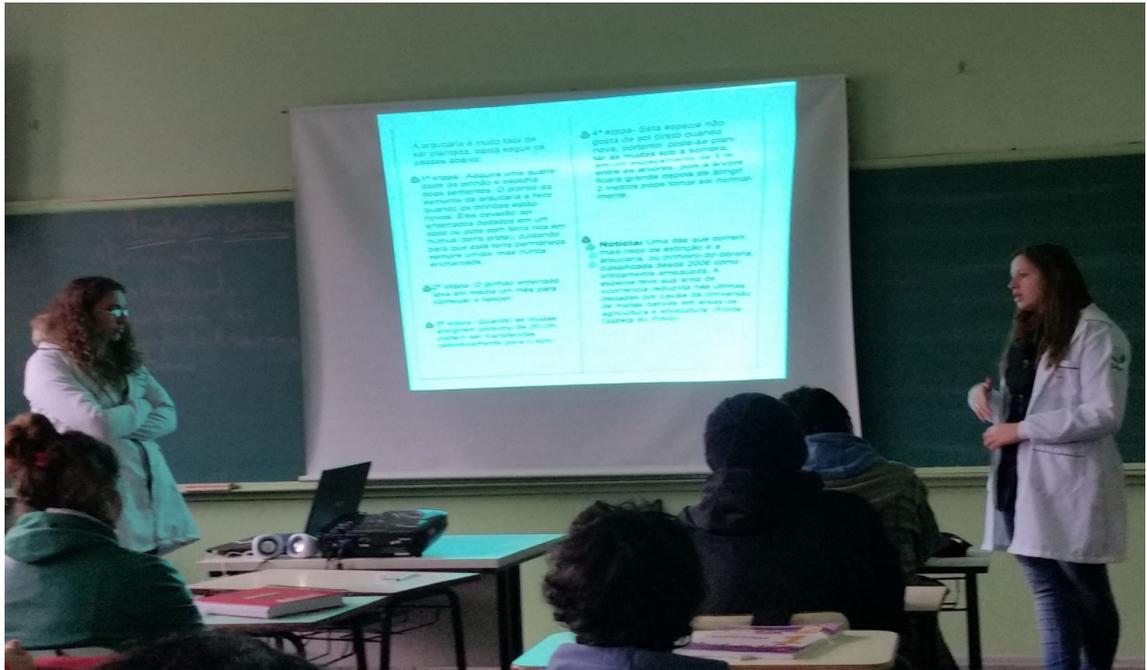


Figura 3: Imagem mostrando as acadêmicas do PIBID explicando as etapas para o plantio de Araucária

Dessa maneira, solicitou-se que cada aluno procedesse da forma citada anteriormente para o plantio de Araucária. Este momento foi importante também para despertar a consciência da reutilização e preservação do meio ambiente, evitando o uso desnecessário de recipientes e embalagens, uma vez que estes podem ser reaproveitados e também reciclados.



Figura 4: Imagem mostrando como foi plantado o pinhão pelos alunos

Finalizado o processo de plantio das sementes, os alunos levaram suas mudas de araucária para casa. Foi orientado também que após o desenvolvimento da muda, se o aluno quiser transferi-lo para o solo, para assim o desenvolvimento da Araucária até a planta adulta.

Ao final cada aluno recebeu um panfleto com todas as informações necessárias para o plantio de sua muda de Araucária.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todas as sombras que foram lidas do livro '*Diário de uma Árvore a partir de uma gralha*', proveram aos estudantes um ótimo aproveitamento e esclarecimento sobre a fauna e flora de nossa região, destacando a real importância que a gralha fornecia para a Araucária, pois cada uma era beneficiada. Levando em consideração sobre o risco de extinção que a araucária sofre, fazendo com que os alunos se sensibilizassem diante deste fato.

Os estudantes compreenderam a real importância da Mata das Araucárias e de cada planta que a compõe, sabendo assim como é sua vida, onde pode sobreviver e por quem pode ser plantada. Evidenciando, o que cada um de nós pode fazer para a preservação das araucárias. Uma vez que tais espécies atuam na oferta de recursos dos animais que habitam o local, a fauna é dependente da flora existente.

Com este trabalho foi possível esclarecer aos alunos sobre os benefícios que as araucárias nos trazem, não só a mata das araucárias, mas a floresta que a compõe, deixando claro que toda espécie, tanto animal quanto vegetal, contribui para

o equilíbrio dos ecossistemas e compõem um acervo insubstituível na biodiversidade local e planetária.

Desta maneira, os alunos podem ser elementos centrais de ação, avaliando criticamente o princípio antropocêntrico, que leva à devastação de recursos naturais e conseqüentemente de várias espécies do local (PONTALTI, 2005).

4 | CONCLUSÃO

O educando deve acompanhar ativamente na análise dos problemas ambientais e busca de soluções, sendo preparado como influente transformador. Com finalidade de procurar audácias que dirijam a um convívio harmonioso com o ambiente e as demais espécies que habitam o ecossistema em si.

Desta maneira o processo educativo com aulas didáticas e interativas, apresentando a grande importância da fauna de nossa região faz com que os alunos tenham um grande interesse sobre o tema abordado, uma vez que a conscientização e o processo de sensibilização começam com as crianças, que são transportadoras de conhecimento.

Todo o conhecimento recebido pelos alunos principalmente com relação aos conceitos abordados de como evitar a extinção da *Araucária angustifolia* e sua importância para a manutenção da biodiversidade local em relação as interações entre suas matas e a fauna desses ecossistemas naturais. Tais práticas desenvolvidas na escola contribuem para a percepção ambiental, além de formar cidadãos mais críticos, quanto a fragilidade e os problemas ambientais que o planeta vem sofrendo.

REFERÊNCIAS

BOLFONI, D.; GALVÃO, F.; DURLO, M.A. **Influência da profundidade do lençol freático no crescimento de *Araucária angustifolia*** (Bert.) O. Ktze. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 4., 1980, Nova Prata. Anais. Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata, 1980. p.104-112.

BROWN, I. F. et al. **Carbon storage and land-use in extrative reservs in Acre, Brazil**. Environmental Conservation, v. 19, n. 4, p. 307-315, 1992.

CURRIE, K. L. **Meio ambiente interdisciplinaridade na prática**. Campinas: Papirus, 1998.

DIAS, G. F. **Os quinze anos da educação ambiental no Brasil: um depoimento**. Em aberto, n. 49, 1991.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 1992.

FONTES, B. P. D.; DAVIDE, L. C.; DAVIDE, A. C. **Fisiologia e citogenética de sementes envelhecidas de *Araucaria angustifolia***. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 25, n. 2, p. 346-355, 2001.

GERALDI, S. E.; KOEHLER, A. B.; KAUANO, E. E. **Levantamento ôtosociológico de dois fragmento da Floresta Ombróula Mista, em Tijucas do Sul, PR**. Revista Acadêmica de Curitiba, v.3, n.2, p.27-36, 2005.

HOOGH, R.J. de. **Site-nutrition-growth relationships of Araucaria angustifolia** (Bert.) 1981. Tese Doutorado- Freiburg: Universidade zu Freiburg, 1981.

IBAMA. **Lista oficial de flora ameaçada de extinção**. Portaria 37 – N 1992. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/flora/extincao.htm>>. Acessado em: 28 de janeiro de 2016.

MAGOSSI, F. G. **Araucária**, 2015. Disponível em: <http://www.achetudoeregiao.com.br/arvores/araucaria.htm>. Acesso em 27 de maio de 2015.

MORAN, E. F. **Deforestation and land use in the Brazilian Amazon**. Human Ecology, v. 21, n.1, p. 1-21, 1993.

NUNES, I. R. **A avaliação do ciclo de vida como ferramenta para a educação ambiental: o uso da redução do desperdício e do aumento da produtividade como indicadores**. 2009. 277 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Área de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia Associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

PELICIONI, M. C. F. **Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade**. Saúde e Sociedade, v. 7, n. 2, p. 19-31, 1998.

PONTALTI, S. E. **Projeto de Educação Ambiental Parque Cinturão Verde de Cianorte**, 2005.

POVO, G. do. **Araucária é uma das Espécies que mais Corre Risco de Extinção**, 2013. Disponível em: <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/araucaria-e-uma-das-especies-que-mais-corre-risco-de-extincao-be157p2zqc5dhdgaxykzkzeby> Acesso em: 27 de maio de 2015.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora Midiograf, 2001.

SHIMIZU, J. I.; OLIVEIRA, Y. M. M. **Distribuição da variação e usos de recursos: genética de araucária no sul do Brasil**. Curitiba-PR: Embrapa – URPFCS, doc. 04, p. 09, 1981.

SANTOS, A. J.; CORSO, N. M.; MARTINS, G.; BITTENCOURT, E. **Aspectos produtivos e comerciais do pinhão no estado do Paraná**. Revista Floresta, n. 32, v. 2, p. 163-169. 2002.

SOUZA, A. K. A. **A relação escola-comunidade e a conservação ambiental**, 2000. Monografia – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2000.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VERISSIMO, A. et al. **Logging impacts and prospects for sustainable forest management in na old amazon frontier: the case of paragominas**. Forest Ecology and Management, v. 55, p. 169-199, 1992.

ENSINANDO EVOLUÇÃO COM O ZOOLOGICO: USO DE ESPAÇO NÃO FORMAL PARA O ENSINO

Hudson Rodrigo da Cruz Monteiro

Universidade de Brasília (UnB)
Brasília - DF

Ananda Souza Lima

Universidade de Brasília (UnB)
Brasília - DF

Manoela Volkweis Lombardi

Universidade de Brasília (UnB)
Brasília - DF

Davi Rios Valdez

Universidade de Brasília (UnB)
Brasília - DF

Natasha Araújo Tavares

Universidade de Brasília (UnB)
Brasília - DF

RESUMO: Neste trabalho relatamos uma análise de produção de material didático em forma de cartilha como uma estratégia a um ensino de ciências mais interativo, utilizando o Jardim Zoológico de Brasília como ambiente não formal para o ensino de evolução biológica, aproveitando assim a necessidade de se revigorar a educação de hoje. Discutimos características sobre a construção, bem como das aplicações do material por professores de ciências naturais para facilitar o ensino e aprendizado de conceitos básicos da biologia evolutiva, tendo em vista que esse conteúdo deve ser utilizado com eixo transversal ao

ensino de ciências nas escolas.

PALAVRAS CHAVE: ambiente não formal, ensino de evolução, produção material didático

ABSTRACT: In this work we report an analysis of didactic material production in the form of a primer as a strategy to a more interactive teaching of science, using the Jardim Zoológico de Brasília as a non-formal environment for teaching biological evolution, thus taking advantage of the need to reinvigorate nowadays education. We discuss characteristics about the construction as well as the material applications by natural science teachers to facilitate teaching and learning basic concepts of evolutionary biology, considering that this content should be used transversally to science teaching in schools.

KEYWORDS: non-formal environment, evolution teaching, didactic material production.

1 | EVOLUÇÃO E ENSINO EM ESPAÇOS NÃO FORMAIS

Evolução biológica é um tema que desperta bastante interesse e controvérsia, seja no meio acadêmico, ou fora dele, além de ser um tema de fascínio geral. Na educação básica só aparece como conteúdo obrigatório no ensino médio, mais especificamente no último

ano. No entanto, a evolução aparece em documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), como “eixo-transversal” para o ensino das ciências biológicas, de modo que deveria estar inserida no currículo de ciências desde o ensino fundamental (BRASIL, 1998), em outras palavras, ser mencionado e ter seus princípios básicos relacionando-se aos conteúdos ministrados. O que ocorre, porém, é diferente do proposto. Há casos onde a evolução biológica sequer é citada durante o ensino fundamental e médio ou fica restrita ao fim do terceiro ano do ensino médio, caso haja tempo sobressalente, e de forma resumida e superficial. (TIDON & LEWONTIN, 2004; SANTOS & CALOR, 2007).

Dobzhansky (1973), um famoso cientista e biólogo, diz que “Nada em biologia faz sentido, exceto à luz da evolução”, seguindo essa premissa diversos artigos investigaram como é o ensino de evolução e como poderia melhorar. Nesse contexto, uma das sugestões é justamente usar a evolução como eixo transversal, mesmo que não de forma explícita, como um conteúdo, mas sim como a base na qual se consolidará o ensino de ciências biológicas desde o princípio.

Eis então a necessidade de se explorar os mais variados meios para se ensinar, pois o ensino não é restrito ao ambiente formal de sala de aula. Considerando as experiências dos autores, é comum que professores organizassem passeios aos zoológicos sem um plano de visita, fazendo de tal uma saída apenas voltada para o lazer ou mesmo pouco direcionada ao ensino, todavia, é perceptível que o referido espaço abrange uma área multidisciplinar pouco contemplada. Locais como zoológicos e jardins botânicos possuem potencial para serem usados para o ensino (QUEIROZ ET AL, 2014), e é nesse uso de espaços não formais que surge a presente proposta de trabalho.

Em um momento de crise, onde a educação no Brasil está tão desvalorizada e desprezada, é preciso trazer um novo ânimo ao ensinar e aprender, com atividades mais interativas construtivas aos alunos, mas também para os professores. Considerando que para escolas passeios a zoológicos podem ser gratuitos, a proposta não traz grandes gastos ou muita dificuldade operacional, se tornando assim uma “brecha” para se trazer algo diferente e fora da escola, mesmo com a falta de investimentos na educação, que deve ser melhor aproveitada.

Pensando nisso, na falta de direcionamento real ao ensino nesses passeios e para subsidiar a necessidade de um material de apoio para professores de ciências, foi efetuada, em etapa anterior ao presente trabalho, uma pesquisa em quatro escolas públicas em regiões administrativas do Distrito Federal, duas localizadas na Asa Norte (Centro de Ensino Fundamental 102 e 104) e duas em Ceilândia (Centro de Ensino Fundamental 12 e 26). Nela foram entrevistados 11 professores de ciências naturais por meio de questionários contendo itens em sua maioria discursivos. Entre as perguntas, foi abordado o perfil e formação dos professores, bem como questões relacionadas a saídas de campo, conceitos básicos de evolução, e o interesse por parte de tais profissionais na utilização dos espaços não-formais para o ensino.

Com essa análise, ficou evidente que existe uma série de erros conceituais sobre a evolução biológica, em especial no caso de professores que lecionam há muito tempo, suportando assim outros estudos realizados no Brasil (TIDON & LEWONTIN, 2004; TIDON & VIEIRA, 2009) e apontando para a necessidade de materiais de apoio sobre evolução para professores de ciências.

Tendo em vista as considerações supracitadas, a proposta deste trabalho consistiu em explorar o potencial do Jardim Zoológico de Brasília (JZB) como um ambiente não formal para o ensino de evolução, visando os alunos do ensino fundamental e o público leigo. Para tal, elaboramos uma cartilha que relaciona evolutivamente, por meio de árvores filogenéticas, os grupos de animais que estão disponíveis para exposição no JZB, e contendo informações relevantes sobre evolução e alguns grupos de animais, de modo que, tanto estudantes quanto o público leigo tenham como compreender alguns aspectos evolutivos entre os seres vivos.

2 | CONSTRUÇÃO DO MATERIAL

Este trabalho foi realizado na disciplina de Práticas de Educação em Ciências (I e II), que é lecionada na Universidade de Brasília, por alunos da graduação em Ciências Biológicas, no decorrer do ano de 2016. A referida disciplina consiste em algumas etapas, tais como: o contato com as escolas, a elaboração de uma proposta de projeto conjuntamente com a obtenção de informações para a então realização deste trabalho.

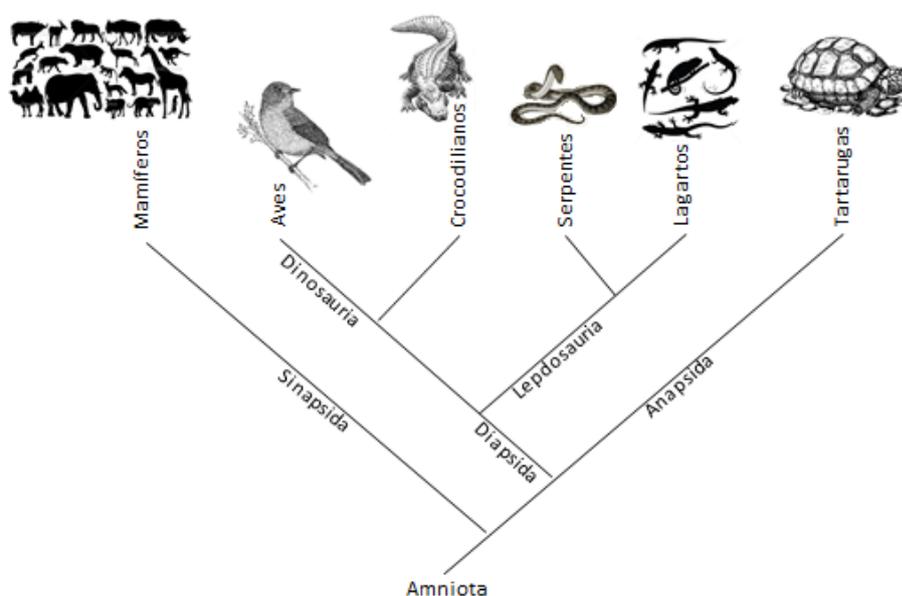


Figura 1: Árvore filogenética relacionando os grupos de vertebrados presentes no zoológico de Brasília em outubro de 2016.

Como base para a cartilha foi construída uma árvore filogenética ilustrando a relação evolutiva dos grupos de animais presentes no JZB para exposição, mamíferos,

aves e répteis, e a partir disso dar um enfoque a grupos menores dentro de aves e mamíferos. O uso de sistemática filogenética já foi demonstrado por Santos e Calor (2007) como uma forma didática e interessante de se ensinar o conteúdo de evolução biológica. Uma vez que possui um aspecto visual atrativo, a forma de árvore também é instrutiva, pois permite uma análise clara das relações de parentesco entre os seres vivos.

No mesmo trabalho também é discorrido sobre o nível hierárquico a ser utilizado na relação, uma vez que trabalhar relações entre gênero e espécie não atenderia aos objetivos didáticos por se tratar de algo muito específico. Desse modo, assim como os autores, relacionamos os animais em níveis hierárquicos maiores, com membros representativos em cada grupo, facilitando assim a compreensão e assimilação sobre o que a árvore filogenética pretendia ilustrar.

Para a elaboração da cartilha fizemos visitas ao JZB onde foi feito o registro fotográfico e detalhamento de todos os animais disponíveis para exibição, bem como descobrir os principais pontos de visitação pela comunidade escolar e público diverso. Ainda na identificação fizemos a comparação entre as fotos dos animais e as placas de identificação, quando presentes, para verificar se os animais expostos estavam contemplados nas placas disponíveis. Assim como também foi feita a conferência posterior a nível de família, já que é um nível hierárquico de interesse.

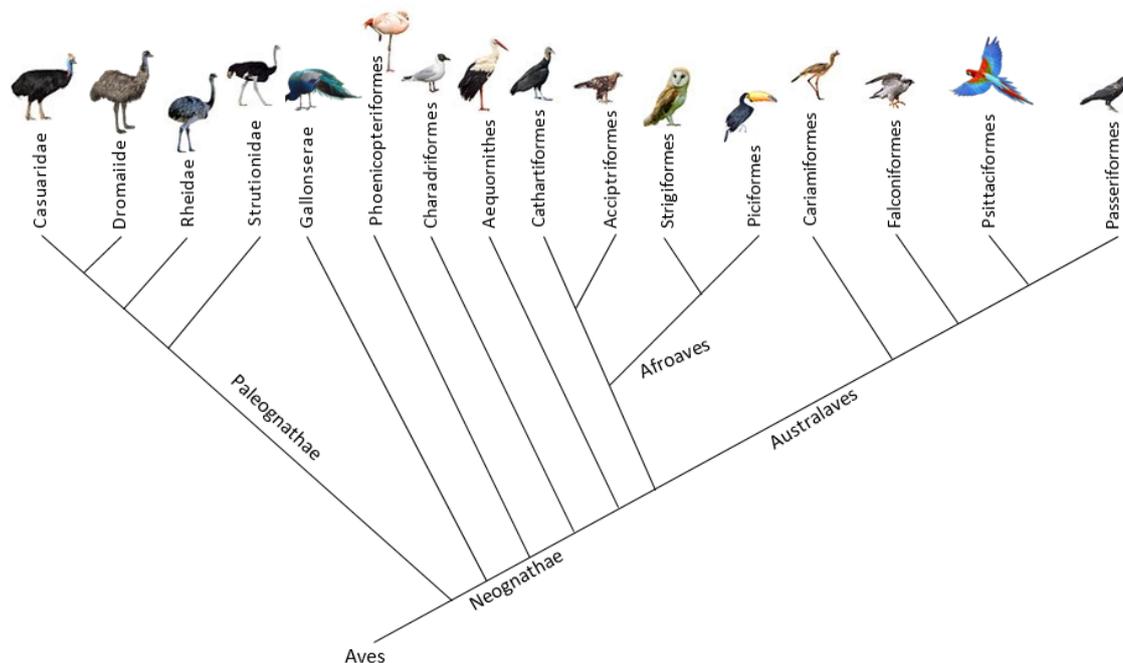


Figura 2: Árvore filogenética relacionando os grupos de aves presentes no JZB em outubro de 2016.

As relações evolutivas entre os animais foram estabelecidas segundo literatura científica. As três árvores construídas foram: Amniota, mostrando as relações de parentesco entre aves, mamíferos, répteis e anfíbios, ilustrada na Figura 1; Aves, com ênfase na separação entre as Paleognathae e Neognathae, mostrada na Figura 2; e

Mamíferos ilustrando alguns grupos presentes no JZB e aprofundando explicações em outros, como se vê na Figura 3.

Vale destacar uma certa dificuldade em relação à filogenia mais aceita entre os taxonomistas, para alguns grupos animais ela estava bem estabelecida, em ratitas, por exemplo, havia bastante concordância entre os autores mais recentes, porém para outros conjuntos de animais havia bastante discordância. Eis mais um motivo para se adotar a relação com níveis hierárquicos diferentes de acordo com cada grupo de animais, facilitando a compreensão do leitor-visitante.

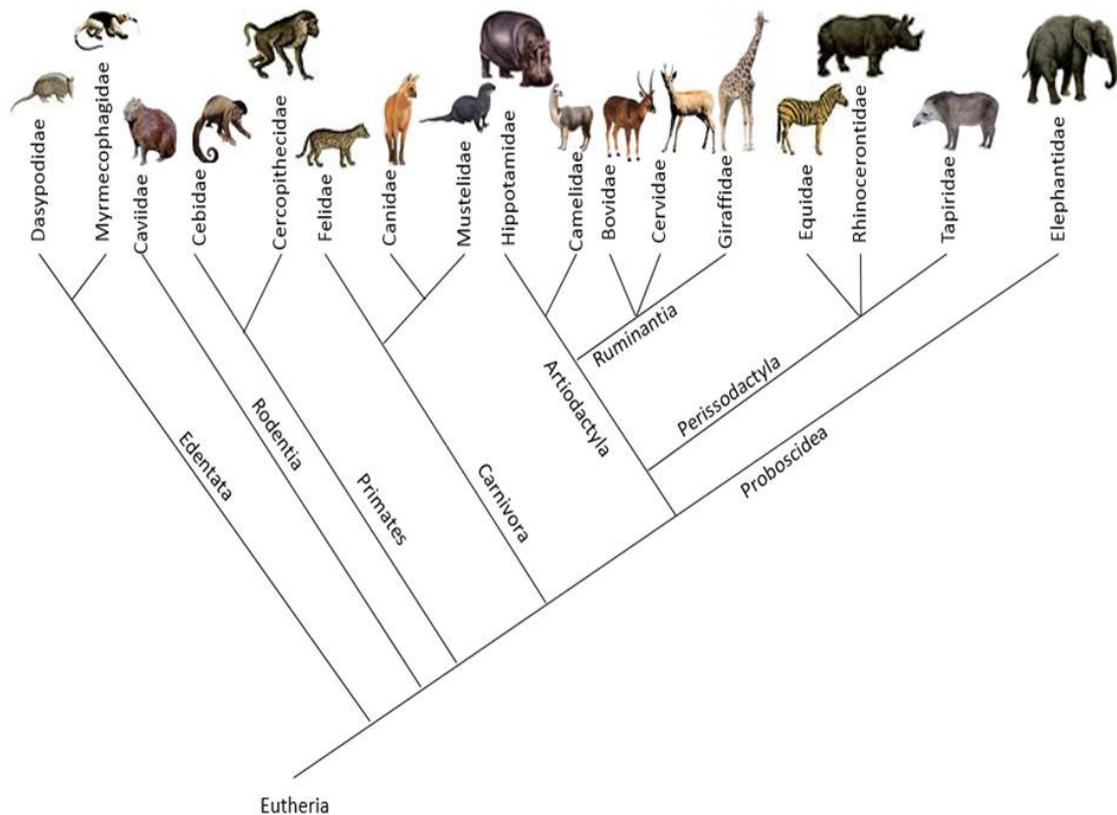


Figura 3: Árvore filogenética relacionando os grupos de mamíferos presentes no JZB em outubro de 2016.

Devido à diferença entre o semestre letivo da Universidade e da comunidade escolar, a cartilha não pôde ser avaliada por nenhum dos professores da secretaria de ensino do DF entrevistados na primeira etapa da disciplina. Porém o material produzido ao qual este trabalho se refere poderá ser compartilhado no sítio virtual do JZB, tornando assim possível o acesso para os professores interessados que lecionam no DF, para que desta forma possam utilizar a cartilha como um guia para a visita no referido estabelecimento. E ainda, para alunos e professores de outros estados, que estejam interessados neste material, utilizá-lo como base para a produção de uma cartilha capaz de contemplar do jardim zoológico de sua cidade.

A cartilha tem como objetivo orientar os visitantes do JZB à uma análise crítica de alguns conhecimentos que possuem. Apresentando explicações teóricas e curiosidades, ela aborda a relação evolutiva entre alguns grupos de animais. Além disso sugere uma possível sequência de visita para que se possa observar as

semelhanças entre animais com parentesco evolutivo próximo, e diferenças entre aqueles com parentesco distante.

Tendo em vista que o conteúdo de evolução deve ser fator transversal no ensino de biologia, para compreender todos os aspectos de composição corporal, classificação e interação dos seres vivos, os professores poderão utilizar o JZB para discutir esses pontos. Tanto docentes quanto discentes serão capazes de direcionar suas visitas e analisar as características dos animais expostos, compreendendo a classificação de cada animal e os motivos de separá-los em grupos diferentes.

3 | DAS APLICAÇÕES DO MATERIAL

Por meio deste material, professores e alunos de quaisquer séries, e também o público leigo poderão se atualizar, ou até mesmo familiarizar, com as propostas científicas atuais quanto ao conceito de evolução e relações de parentesco entre os seres vivos, fazendo de suas visitas ao Zoológico não somente um passeio recreativo, mas uma experiência de aprendizado, utilizando portanto o espaço do zoológico como um ambiente de educação científica, em especial acerca da evolução dos vertebrados lá presentes (QUEIROZ *ET AL*, 2014).

Os ensinamentos adquiridos pela cartilha poderão ser levados também para sala de aula, fazendo paralelo entre a visita e o conteúdo de ciências, na qual o professor pode remeter a conceitos previamente explorados, e desse modo dar mais sentido prático ao conteúdo antes restrito a sala de aula. Além disso para o público geral pode ser que haja compreensão do processo evolutivo, tanto para vertebrados apresentados no Zoológico como para os outros seres vivos do planeta Terra.

REFERÊNCIAS

BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências Naturais**. Brasília: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Fundamental, 1998.

DOBZHANSKY, T. **Nothing in biology makes sense except in the light of evolution**. American Biology Teacher, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973.

QUEIROZ, R. M. D., TEIXEIRA, H. B., VELOSO, A. D. S., TERÁN, A. F., & QUEIROZ, A. G. D. **A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências**. Revista Aretél Revista Amazônica de Ensino de Ciências, v. 4, n. 07, 2014.

SANTOS, C. M. D. & CALOR, A. R. **Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética – II**. Ciência & Ensino, v. 2, n. 1, 2007.

TIDON, R. & LEWONTIN, RC. **Teaching evolutionary biology**. Genetics and molecular biology, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004.

TIDON, R., & VIEIRA, E. **O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI**. ComCiência, n. 107, 2009.

JOGO DIDÁTICO: DESCOBRINDO AS AVES

Alan Marques Galdino

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Henrique Rezende Untem

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

Maria Aparecida de Sousa Perrelli

Universidade Católica Dom Bosco
Campo Grande – Mato Grosso do Sul

RESUMO: O presente trabalho trata-se de um jogo didático elaborado como fruto de uma monografia de trabalho de conclusão de curso, envolvendo o estudo das aves, refere-se a um jogo da memória denominado ‘Descobrimdo as aves’ que pode ser utilizado em diversas etapas, desde Ensino Fundamental até Ensino Superior. O texto relata desde o processo de construção do jogo, que passa pela fundamentação teórica a respeito da importância do jogo didático no ensino e aprendizagem e aspectos evolutivos das aves; pela testagem do material didático construído; pelo produto final: o jogo e o manual do professor e do aluno. O jogo contém 70 peças distribuídas em cinco categorias: ave, bico, pata, alimento e habitat, podendo ser utilizadas e combinadas segundo o propósito da aula e o grau de aprofundamento do tema.

PALAVRAS-CHAVE: Material didático; Aves; Evolução; Jogo didático.

ABSTRACT: The present work deals with a didactic game elaborated as a result of a monograph of work of conclusion of course, involving the study of birds, refers to a memory game called ‘Discovering the Birds’ that can be used in several stages, from Elementary School to Higher Education. The text reports from the process of construction of the game, which goes through the theoretical foundation regarding the importance of didactic game in teaching and learning and evolutionary aspects of birds; by the testing of didactic material; by the final product: the game and the teacher’s and student’s manual. The game contains 70 pieces distributed in five categories: bird, beak, paw, food and habitat, and can be used and combined according to the purpose of the lesson and the degree of deepening of the theme

KEYWORDS: Didactic material; Birds; Evolution; Didactic game.

1 | INTRODUÇÃO

A escola é um universo importante de aprendizagem, uma vez que neste âmbito o aluno é estimulado a desenvolver várias habilidades e competências necessárias para viver em sociedade. Todavia, a escola não é o único lugar em que o aluno aprende. Ele pode aprender com um livro que lê em casa,

explorando um jardim ou um lote vago, assistindo TV, conversando com outras pessoas, brincando...

Certamente a escola é um lugar especialmente voltado ao ensino. Assim, deve ser um espaço que favoreça a aprendizagem de seus alunos. Nesse sentido, os recursos didáticos que utiliza são de extrema importância. Eles auxiliam o professor a desenvolver o conteúdo de modo mais atrativo e dinâmico, tendo em vista a construção da aprendizagem significativa dos alunos. Entre as disciplinas que compõem o currículo escolar, interessa-nos, neste trabalho, as ciências naturais.

Sabe-se que os alunos chegam à escola com conhecimentos prévios acerca do ambiente natural, do seu próprio corpo, dos animais, dos fenômenos da natureza.

A escola colocará muitos desses conhecimentos em discussão, desconstruirá alguns deles e construirá outros novos, com objetivo de auxiliar o aluno a interpretar e lidar com o mundo natural em que vive. Dentre os conteúdos próprios do ensino de ciências naturais, o estudo sobre os animais, de modo geral, desperta grande interesse nos alunos desde as séries iniciais até as finais. Trata-se de um tema mais próximo de sua realidade, pois os animais estão presentes no cotidiano, sejam nas histórias infantis, nos desenhos animados, nos lugares onde passeiam, nas estampas dos tecidos, nos símbolos dos clubes, nas músicas, nos brinquedos, o que faz com que as pessoas construam uma identificação dos animais com suas vivências sociais e pessoais. O ensino de ciências, e nesse contexto o conteúdo “animais”, sem dúvida, torna-se mais atrativo e de mais fácil compreensão quando se utilizam de recursos didáticos como imagens, aulas práticas em campo ou laboratório. No entanto, as aulas práticas empregando animais vêm sendo cada vez menos utilizadas em função da legislação vigente.

Em 1979, a Lei 6.638 restringiu o uso de vertebrados em atividades práticas para a vivisseção. Ficou determinado que este tipo de prática é proibida em escolas de ensino de primeiro e segundo graus, em quaisquer lugares frequentados por menores de idade, e com animais que não tenham permanecido mais de quinze dias em um biotério legalizado. Em outubro de 2008, a Lei 11.794 decreta que a criação e utilização de animais em atividades de ensino e pesquisa científica, em todo território nacional, fica restrita a estabelecimentos de ensino superior e de educação profissional técnica de nível médio da área biomédica. Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Biologia (PCN's 2016) enfatizam que o processo de aprendizagem deve ir além da memorização de nomes de organismos e, para isso, deve-se ter uma abordagem mais ativa, com problemas que estimulem os alunos a resolvê-los.

Quando se trata de aspectos relacionados à anatomia e fisiologia dos animais (relação forma/função), numa perspectiva evolutiva, muitas vezes o professor se depara com certas dificuldades dos alunos. Em geral, o aluno chega à escola trazendo explicações “finalistas”, “utilitaristas” e “antropocêntricas” a respeito da relação forma/função e também com uma visão Lamarckista de evolução. O senso comum explica, por exemplo, que um determinado tipo de bico de uma ave cresce ou fica mais forte de

acordo com a necessidade ou o uso, que certo tipo de pata “serve para” nadar, certo tipo de bico “é para” comer sementes, que uma aranha que habita cavernas não tem olhos porque não precisam... De fato, é bastante complexo compreender, numa perspectiva evolutiva, todos esses processos que, ao longo de milhares de anos, culminaram na ocupação de determinados habitats por certos animais e não outros. Sendo assim, impõe-se o desafio de buscar alternativas didáticas para o ensino sobre os animais na Educação Básica numa perspectiva evolutiva. As abordagens ativas, quando bem planejadas, proporcionam ao aluno boas condições para compreender diversos conteúdos das ciências biológicas nessa perspectiva. O presente trabalho traz uma proposta de abordagem ativa, isto é um material didático utilização de um material didático, na forma de jogo, que pretende relacionar certas estruturas presentes nas aves com os aspectos evolutivos associados. Para atingir este objetivo foi escolhido para este trabalho um Jogo da Memória, intitulado: “Descobrimo as Aves”. Elas compõem um grupo animal que habita diferentes habitats no planeta, e que possui uma variedade expressiva de estruturas relacionadas à captura de alimento e à locomoção, cuja adaptação ocorreu num longo processo evolutivo.

Espera-se, com o uso desse material, auxiliar o professor a explicar um conteúdo complexo, de maneira lúdica, buscando, com isso, construir com os alunos alguns alicerces para a compreensão da anatomia e fisiologia animal, numa abordagem evolutiva.

2 | MATERIAL DIDÁTICO

A definição de material didático ainda causa um pouco de dúvida no meio científico. Em geral, material didático, também chamado de recursos ou tecnologias educacionais, são quaisquer tipos de recursos utilizados em prol do ensino, estimulando e aproximando o aluno do conteúdo (FREITAS, 2007). Sendo assim, o material didático pode abranger “desde uma caneta utilizada para apontar algo no quadro, um globo terrestre para localizar alguma região do planeta ou mesmo uma prancha pendurada na parede da sala para exemplificar os órgãos do corpo humano [...]” (RANGEL, 2005 apud SANTOS, 2014, p. 4).

De acordo com Santos (2014), os materiais didáticos são excelentes ferramentas nas mãos do professor. Diversificando os materiais em sala é possível dinamizar a aula, estabelecendo novas relações entre aluno e conteúdo trabalhado, possibilitando melhor aproximação do aluno com o conteúdo.

2.1 Jogo didático

O jogo didático é um recurso que atualmente não é muito utilizado nas escolas, mas vem ganhando cada vez mais espaço em sala de aula. O jogo não pode ser algo que apenas estimule o aluno a brincar, mas deve trazer um aprofundamento no

processo de ensino, desafiando o aluno a refletir, construir ou mesmo reformular seus pensamentos.

O jogo didático proporciona ao professor a segurança de saber o ponto de partida para abordar um conteúdo. Com ele, os alunos conseguem expor mais facilmente suas concepções prévias a respeito do tema que será abordado. Também se torna mais fácil a construção de novos conhecimentos, uma vez que o jogo didático proporciona um cenário mais dinâmico, deixando o aluno confortável para errar e reformular novamente seus conhecimentos, sem que tenha medo da exposição dos outros colegas.

O jogo didático auxilia diretamente na socialização e nas relações afetivas, ou seja, “no desenvolvimento da cooperação, da socialização e das relações afetivas”. Os jogos didáticos auxiliam os alunos na interação com os demais colegas enquanto constroem conhecimentos curriculares e extracurriculares em qualquer área num ambiente de aprendizagem mais harmônico e prazeroso. (PEDROSO, 2009).

No que diz respeito ao ensino de ciências especificamente o jogo, portanto, pode ser utilizado como estratégia de ensino, pois motiva a participação do aluno, desenvolve a comunicação, as relações interpessoais, estabelece relação lúdica e prazerosa com o conteúdo escolar, proporciona condições para o aluno expor livremente suas concepções, auxiliando assim o processo de ensino e aprendizagem.

Neste contexto, o ensino de ciências deve proporcionar ao aluno a possibilidade de errar, de criticar determinados caminhos, determinadas linhas de pensamentos e deixa-lo livre para construir suas próprias opiniões e cotejá-las com o conhecimento científico.

Desta maneira, o aluno tem a liberdade de ser protagonista do seu próprio conhecimento, desenvolvendo maior criticidade a partir de um instrumento articulador, lúdico e dinâmico. A construção do conhecimento, portanto, se torna facilitada e prazerosa com o uso dos jogos educativos com fins pedagógicos. Pinto (2009) assinala que o jogo possibilita ao aluno ampliar o horizonte de aprendizagem, formar ou reestruturar ideias pré-existentes, construir conhecimentos, além de estimulá-lo a participar das aulas.

Em relação ao professor, o jogo é um instrumento pedagógico que o leva à “condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem” (MORATORI, 2003, p. 2). O jogo pedagógico deve ser utilizado como instrumento de apoio ao conhecimento, caracterizando como elemento de reforço de conteúdos já apreendidos anteriormente. Deve proporcionar uma disputa divertida e saudável que seja capaz de guiar o aluno por um caminho correto sutilmente (FIALHO, 2008).

O professor é sem dúvida o intermediador desse processo de ensino e aprendizagem, para tanto, ao utilizar o jogo didático em sala de aula deve fazê-lo de forma planejada e fundamentada teoricamente para que o jogo não se torne um instrumento lúdico qualquer.

3 | UM POUCO SOBRE A EVOLUÇÃO DAS AVES...

Na atualidade a teoria evolucionista aceita pela comunidade científica, parte das contribuições de Darwin em sua publicação “A Origem das Espécies”. Essa publicação

[...] assinala o começo de uma nova direção na teoria transformista. O princípio da evolução era para Lamarck principalmente “interno”, ao passo que para Darwin é “externo” ou, dito em outros termos, o darwinismo é fundamentalmente afinalista, em contraposição ao lamarckismo [...], (ROLDÁN, 1958, p. 27).

São quatro as leis evolucionistas de Darwin: a primeira é a Seleção Natural, a segunda é a Lei da Hereditariedade, a terceira é a Lei da Correlação e incremento e a quarta e última é a Lei da Permanência. A evolução dos seres vivos está diretamente relacionada às mudanças do ambiente, nenhum indivíduo adapta-se diante de uma mudança ambiental, ou ele está preparado para enfrentar aquela mudança ou ele não está. Ou seja, não há adaptação diante de uma alteração do meio. Uma ave que não alcança grandes alturas, não passa a ter um tamanho ou um bico maior caso a vegetação rasteira, da qual costumava retirar sementes para seu alimento, deixasse de existir naquele ambiente.

A grande maioria dos indivíduos de uma população morre antes de ter sucesso reprodutivo, devido aos perigos encontrados, sejam doenças ou predações. Os que sobrevivem e conseguem se reproduzir passam seus genes para as próximas gerações e com eles as características que podem ter feito com que eles tivessem um sistema imunológico que os tornaram mais resistentes a uma doença ou alguns segundos mais rápidos a ponto de escapar de um predador. As pressões ambientais acabam por “selecionar” alguns indivíduos que conseguem sobreviver e se reproduzir, enquanto outros são eliminados, (FAVRETTO, 2014, p. 56).

No que diz respeito as aves, estas, como qualquer outro ser vivo, estão em processo constante de evolução. Há muitas evidências evolutivas presentes nas aves atuais. Dentre as principais, destacam-se os tipos de bicos, relacionados a especificação de cada tipo alimentar, os diferentes tipos de patas, que por sua vez relacionam-se ao modo de locomoção e ao ambiente que determinada ave habita e propicia recursos alimentares. Tudo isso corresponde a um processo denominado coevolução, ou seja, nenhuma estrutura de um organismo irá evoluir separadamente da outra. Qualquer estrutura que evolui num organismo está diretamente interligada a outra. Um pica-pau, por exemplo, só obteve sucesso evolutivo devido a um processo de coevolução de seu bico (mais rígido), de sua pata (trepadora, que possibilita a escalada vertical do tronco), dos ossos da caixa craniana (mais rígidos, protegendo a massa cerebral das movimentações e dos impactos turbulentos que a batida da cabeça provoca), das vértebras cervicais (mais rígidas para sustentarem o impacto causado pela batida do bico no tronco).

O bico de um pica-pau é reto, duro, com um dispositivo semelhante a um cinzel. Com ele dispara golpes fortes e rápidos para escavar buracos para o ninho ou expor

cavidades na madeira onde se alojam insetos, ancorando ao tronco da árvore, com sua cauda servindo como um grampo. Então, ele usa sua língua longa, flexível e farpada para retirar insetos dessas galerias. O crânio do pica-pau é especialmente espesso para absorver o impacto (HICKMAN, et al., 2008, p. 561).

Assim sendo, observa-se que existem diversas características adaptativas entre as aves, entre estas, os bicos, as patas, a forma das asas, o trato digestório e sua relação com os hábitos alimentares.

Em muitos aspectos as aves são variáveis: os bicos e os pés são especializados para diferentes modos de alimentação e locomoção, a morfologia do trato digestório está relacionada com os hábitos alimentares, e a forma da asa reflete características do voo. (POUGH, 2008, p. 435).

As garças, por exemplo, possuem patas adaptadas que possibilitam andar em águas rasas e lodosas, capturando peixes e rãs com seu bico comprido e pontiagudo (ANDRADE, 1992).

Pode-se deduzir, portanto, com certa facilidade, o tipo de alimento e até o ambiente em que uma determinada ave ocorre, observando-se o bico e as patas.

[...] os mecanismos predatórios das aves concentram-se em seus bicos e pés. As modificações do bico, da língua e intestino estão, frequentemente, associadas a especializações alimentares (POUGH, 2008, p. 456).

Quanto aos processos evolutivos relacionados ao bico pode-se dizer que

No início da evolução, a maioria das aves era carnívora, alimentando-se principalmente de insetos, grupo já bem estabelecido na superfície da Terra, tanto em variedade quanto em número, antes do surgimento das aves. [...] Os bicos das aves são fortemente adaptados para hábitos alimentares específicos – desde tipos generalizados, tais como o forte e pontiagudo bico do corvo, para o grotesco e especializado dos flamingos, pelicanos e maçaricos-pernilongos. (HICKMAN, et al., 2004, p. 561).

Em síntese, diversos são os tipos de bicos que as aves apresentam atualmente, cada qual auxiliando a obter um determinado alimento.

O bico das aves diferencia-se numa grande variedade de formas especializadas que lhes permitem apanhar diferentes tipos de alimentos, desde animais grandes a minúsculos organismos do plâncton. A maioria das aves apanha e segura os seus alimentos com o auxílio do bico. (ANDRADE, 1993, p. 34).

O bico indicará qual alimento, ao longo do processo evolutivo, a ave conseguiu se especializar. A morfologia dos bicos das aves é, às vezes, proximamente correlacionada com os métodos de captura de presa ou especializações alimentares [...] (POUGH, 2008, p. 458).

Os bicos, portanto, estão associados aos mais variados tipos de regime alimentar. Pode-se classificar o regime alimentar das aves com a seguinte terminologia:

[...] Onívoro - muitos Passeriformes como bem-te-vi e sabiá, tucanos; carnívoro – falcão, corujão; piscívoro – martim-pescador, atobá; necrófago – urubu, gaivotão; insetívoro – andorinha (aérea), pica-pau (em trocos) tovacuçu (no solo); malacófago – caramujeiro; frugívoro, papagaio (nas árvores), inambu, juriti (no solo); fitófago – cigana; nectarívoro, exsudívoro – bija-flor; granívoro – rola, canário-da-terra. O curicaca é capaz de comer sapos venenosos. Devorar carrapatos, alimento que corresponde à carniça, é particularidade p. ex. do carapateiro. Milvago, e do grande icteríneo *Scaphidura oryzivora*. A maioria aceita uma dieta mista (SICK, 1997, p. 111).

As patas das aves também são uma notável expressão do processo evolutivo. Elas favorecem diferentes meios de locomoção, como por exemplo: andar, nadar, voar ou trepar.

Diferentemente da maioria dos tetrápodes, as aves normalmente, são especializadas em duas ou mais formas diferentes de locomoção: marcha bípede ou natação com os membros traseiros e vôo com os membros dianteiros.[...] A locomoção terrestre pode incluir andar ou correr, sustentar corpos pesados, saltar, empoleirar-se, escalar, caminhar em água rasa, ou sustentar o corpo em substratos instáveis, tais como neve ou vegetação flutuante (POUGH, 2008, p. 451).

Para favorecer a natação foram necessárias diferentes modificações, as membranas interdigitais nas patas são uma delas. Além desta

[...] pode-se incluir um corpo largo que aumenta a estabilidade na água, uma plumagem densa que fornece flutuabilidade e isolamento térmico, uma grande glândula uropigial, produtora de óleo, que impermeabiliza a plumagem contra a água, e modificações estruturais das penas do corpo que retardam a penetração da água até a pele. (POUGH, 2008, p. 454).

As aves, portanto, como qualquer outro organismo, ocupam ambientes que lhe proporcionam mais recursos para sua necessidade diária. As espécies foram desenvolvendo mecanismos biológicos e ecológicos que asseguraram a existência e sobrevivência em cada tipo de ambiente natural (ANTAS, 2004).

A avifauna brasileira é uma das mais ricas e exuberantes. Ainda há pouco conhecimento no que diz respeito às aves no Brasil. Os estudos vêm se aprimorando, tanto no meio científico como em grupos, clubes e associações que visam à observação e a conservação desses animais.

Dados recentes registram cerca de 1.916 espécies de aves no Brasil. No Pantanal já são registradas cerca de 650 espécies de aves, divididas em 65 famílias diferentes (SAVE, 2016).

Considerando dados atuais da Avibase, publicados em 2016, a cerca de 10.000 espécies de aves registradas no mundo, o que significa que o Brasil possui cerca de 20% da avifauna mundial.

O Brasil está situado na região neotropical do planeta. Estudiosos perceberam, há muitos anos, a existência de muitas espécies que só ocorriam nessa região, ou seja, espécies endêmicas. “A avifauna da região neotropical apresenta numerosas espécies

endêmicas, que nela evoluíram” (SICK, 1997, p.78). Mas também perceberam que havia espécies que ocorriam na América do Sul e na África ao mesmo tempo, sugerindo uma possível ligação antiga entre os dois continentes.

A influência africana na fauna neotropical, p. ex. a existência da família Trogonidae, em ambas as áreas, documenta uma antiga conexão entre os dois continentes cuja separação começou no Cretáceo, há mais de 60 milhões de anos. No Terciário (Eoceno), há 40 milhões de anos, a distância dos dois continentes ainda não era grande (SHORT, 1971, citado por SICK, 1997, p. 79).

Para tentar explicar esse fato, cientistas chegaram a três grandes teorias que Sick (1997) p. 80-83, sintetiza em seu livro:

A teoria paleográfica indica uma alteração do ambiente e, conseqüentemente, das espécies por conta dos movimentos, orogênicos e espirogênicos durante o Cenozóico, levando à separação e diferenciação das populações.

Na teoria dos Rios, destaca-se o desenvolvimento do sistema fluvial, principalmente a constante modelagem do curso do leito dos rios e a mudança das planícies de inundação em terras mais baixas, caracterizando uma clara separação e conseqüente especiação de aves e outros vertebrados em margens opostas.

As variações climático-vegetacionais contribuíram para o isolamento de populações de animais da floresta nas fases de clima árido e também o isolamento de animais não florestais, em refúgios não florestais, nas fases úmidas do Cenozóico.

Como vimos, as aves estão distribuídas nas mais diferentes regiões do planeta. A evolução desses animais não ocorre independentemente das modificações estruturais e ambientais.

As aves como as conhecemos hoje são resultados desse processo e apresentam uma diversidade de cores, modos de locomoção, alimentação. Todas elas resultando de pressões ambientais que as selecionaram.

4 | O JOGO DESCOBRINDO AS AVES

Previamente construímos um jogo piloto e fizemos dois testes, sendo um com acadêmicos do 5º semestre do curso de Biologia da Universidade Católica Dom Bosco e outro com alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e uma turma do Ensino Médio.

4.1 O teste com acadêmicos

Após esclarecimentos, da importância das sugestões e críticas, para a construção do material didático, objeto deste TCC, os acadêmicos se dispuseram a contribuir, participando do jogo. Várias rodadas aconteceram e delas participando diferentes acadêmicos. Ao final fizeram várias sugestões orais e escritas tanto no que diz respeito ao formato das peças quanto nas regras, nos textos de cada peça e as espécies de

aves a serem contempladas, com ênfase na fauna local. Percebeu-se uma grande aceitabilidade do jogo e o prazer de adultos aprenderem brincando, o que nos motivou a estender o jogo ao nível superior.

Outras informações vieram acrescentar a qualidade do jogo, como a troca de alguns termos ou o acréscimo do nome científico da ave nas peças vermelhas.

4.2 O teste com os alunos do Ensino Básico

O jogo relatado acima foi aplicado em uma escola da rede particular, tendo como um público alunos do 6º e 8º ano do Ensino Fundamental e 1º ano do Ensino Médio, sendo uma sala de cada ano.

Posteriormente, aplicou-se um questionário com o objetivo de identificar ideias prévias dos alunos relacionadas à evolução das aves e aos mitos ou lendas sobre esses animais. A análise deste questionário mostrou uma diversidade de mitos e lendas envolvendo as aves. Isto nos motivou a selecionar algumas destas aves para compor o jogo atual e a sugerir que esta questão fosse trabalhada pelos professores, (conforme está expresso no manual do professor que acompanha o jogo “Descobrimo as Aves”).

4.3 A confecção

O jogo didático “Descobrimo as Aves” foi confeccionado nos programas Microsoft World e Microsoft Excel. As peças foram montadas no tamanho 6x6 cm, em madeira MDF, sendo as informações e imagens impressas em forma de adesivo para aderir à madeira. As informações foram retiradas de livros científicos e as imagens da internet.

A breve descrição contida em cada carta foi reformulada visando termos de mais fácil entendimento ao público independentemente do nível de escolaridade; visto que havia termos muito específicos da área de ciências biológicas, para um aluno de nível superior do curso seria de fácil entendimento.

No verso de cada peça foram aderidos adesivos coloridos referentes a cada categoria. Os manuais de instrução dos alunos e do professor foram impressos em papel couche.

5 | DISCUSSÕES

Para conhecer como e em que séries o tema objeto do jogo proposto é abordado como conteúdo escolar, buscou-se informações presentes nos PCN's e no site do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático). Analisando essas informações, concluiu-se que o reino animal é trabalhado em todas as séries iniciais do Ensino Fundamental. As aves eram abordadas especialmente nas suas características externas. Já nas series finais esse tema é mais aprofundado no 7º ano do Ensino Fundamental. No Ensino

Médio verifica-se, no 2º ano, a presença do conteúdo em questão aprofundando a anatomia em geral das aves (diferentes aparelhos e funções e adaptações ao voo e fontes alimentares).

Essas informações, corroboraram a ideia da construção de um jogo flexível que pudesse ser utilizado nos diferentes níveis de ensino.

O jogo intitulado 'Descobrimos as aves' é o resultado de uma monografia, de conclusão do curso de Ciências Biológicas da Universidade Católica Dom Bosco, voltado para alunos do ensino fundamental, médio e superior; já que pode ser trabalhado em seus vários níveis de dificuldade e foque diferente. Serve não apenas como um recurso auxiliar em sala de aula e sim como uma ferramenta de ensino para que o aluno possa construir seu próprio conhecimento e interagir com os demais colegas.

Este jogo didático é de suma importância para a construção do conhecimento dos alunos de diversas idades no conteúdo de aves, não sendo apenas um material de apoio e sim um recurso didático que, se possível, deve ser utilizado em sala de aula. A teoria piagetiana vem reforçar a ideia de que o aprender brincando é uma das melhores formas de aprendizagem e o jogo remete a esta teoria.

A principal abordagem deste material é a relação entre forma e função das estruturas anatômicas de aves. O professor deve tentar reconstruir esta ideia, já que os alunos comumente relacionam que determinada estrutura é 'para' tal coisa, como exemplo podemos citar um beija flor, seu bico fino e alongado não serve 'para' capturar o néctar presente nas flores, e sim possibilita tal tipo de hábito alimentar. O mediador, professor, tem a possibilidade de trabalhar com apenas os tipos de bicos, patas, habitat ou hábito alimentar de aves, podendo ainda fazer uma relação com outros animais de outros filos.

O trabalho é uma grande somatória na educação, existem poucos jogos didáticos voltados para a relação forma função, ainda mais com um grupo específico de animais e com uma grande amplitude de público alvo, podendo atingir de uma criança até um adulto.

Porém, nada é válido se o real objetivo não é alcançado. Temos como exemplo, os experimentos abordados pela professora do acadêmico Alan Marques Galdino, em suas séries iniciais, o experimento do feijão e o do tingimento das pétalas da flor. O aluno não pode realizar estes experimentos, apenas por fazer, como se tudo fosse um passe de mágica. Deve haver um embasamento científico-pedagógico, que nestes casos seriam a condução dos vasos de seiva da planta e o processo germinativo do feijão.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Marco Antônio de. Aves Silvestres: Minas Gerais. Belo Horizonte: Editora Conselho Internacional para a Conservação das Aves (CIPA), 1992.

ANTAS, Paulo de Tarso Zuquim. Pantanal: Guia de Aves – Espécies da Reserva Particular do Patrimônio Natural do SESC Pantanal. Rio de Janeiro: Editora SESC Nacional, 2004.

AVIBASE. The world bird database. Disponível em: <<http://www.portaleducacao.com.br/pedagogia/artigos/48764/referencias-bibliograficastiradas-na-internet-como-colocar-no-trabalho>>. Acesso em 12 mai. 2016.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Ano 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>> Acesso em: 10 jun. 2016.

BRASIL. Lei 6638/79 - Estabelece normas para a prática didático-científica da vivisseção de animais e determina outras providências. Ano 1979. Disponível em: <<http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/109319/lei-6638-79>> Acesso em: 11 mai. 2016.

BRASIL. Lei 11794/08 – A criação e utilização de animais em atividades de ensino e pesquisa científica, em todo território nacional obedece aos critérios estabelecidos nesta Lei. Ano 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2008/lei/11794.htm> Acesso em: 11 mai. 2016.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Ano 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em: 11 mai. 2016.

FAVRETTO, Mario Arthur. Seleção natural e seleção sexual em aves. Atualidades Ornitológicas, 177, jan. e fev. 2014 - Disponível em: <http://www.ao.com.br/download/AO177_54.pdf> Acesso em: 17 mai. 2016.

FIALHO, Neusa Nogueira. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, 8., 2008, Curitiba, p. 12.300. 2008. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/293_114.pdf> Acesso em: 03 mai. 2016.

FREITAS, Olga. Equipamentos e materiais didáticos. Curso Técnico de Formação para os Funcionários da Educação, Brasília, p.21, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/equip_mat_dit.pdf> Acesso em: 19 mai. 2016.

HICKMAN, Jr. P. Cleveland; ROBERTS, Larry S.; LARSON, Allan. Princípios Integrados de Zoologia. 11. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2008.

MORATORI, Patrick Barbosa. Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino e aprendizagem. 2003. 33 f. Trabalho de Conclusão de Disciplina Introdução à Informática na Educação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, dez. 2003. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/t_2003/t_2003_patrick_barbosa_moratori.pdf> Acesso em: 19 mai. 2016.

PEDROSO, Carla Vargas. Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, 9., 2009, Curitiba, p. 3, out. 2009. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944_1408.pdf> Acesso em: 10 mai. 2016.

PINTO, Leandro Trindade. O uso dos jogos didáticos no Ensino de Ciências no Primeiro Segmento do Ensino Fundamental da Rede Municipal Pública de Duque de Caxias. Nilópolis, 2009. 9 f. Dissertação (Ensino de Ciências) - Instituto Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009, p. 16-29. Disponível em: <http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/3039> Acesso em: 19 mai. 2016.

POUGH, F. Harvey, JANIS, M. Christine, HEISER, B. John. A Vida dos Vertebrados. Editora Atheneu, 4. ed. São Paulo - SP, 2008.

ROLDÁN, Alexandre. Evolução: O Problema do Evolucionismo e da Antropogênese. Editorial

Atlântida, 3. ed. Barcelona, 1958, p. 23-27.

SANTOS, Mauricio Caetano dos. A importância da produção de material didático na prática docente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS, 7., 2014, Vitória, p. 4-9, ago. 2014. Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404098564_ARQUIVO_AImportanciadaProducaodeMaterialDidaticonaPraticaDocente.pdf> Acesso em: 19 mai. 2016.

SAVE. Bird Life International. Brasil, 2016. Disponível em: <<http://www.savebrasil.org.br/numero-de-especies/>> Acesso em: 12 mai. 2016.

SICK, Helmut, Ornitologia Brasileira. Editora Nova Fronteira, 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

SILVA, Marco Antônio. A fetichização do livro didático no Brasil. Educação e Realidade, Porto Alegre, v.37, n. 3, p. 803-821, set/dez. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/edreal/v37n3/06.pdf>> Acesso em: 19 mai. 2016.

DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA A CARACTERIZAÇÃO DE ÁREAS ENDÊMICAS DE *Schistosoma mansoni* NO BRASIL

Davi Viegas Melo

Universidade Estadual do Maranhão, Graduando em Ciências Biológicas.

Guilherme Silva Miranda

Universidade Federal de Minas Gerias, Mestre em Parasitologia.

João Gustavo Mendes Rodrigues

Universidade Federal do Maranhão, Mestrando em Ciências da Saúde.

Arthur Cantanhede Lima

Instituto Federal do Maranhão, Graduando em Sistemas de Informação.

Neuton Silva Sousa

Universidade Estadual do Maranhão, Professor adjunto da Universidade Estadual do Maranhão, coordenador do laboratório de parasitologia humana.

RESUMO: A esquistossomose é uma doença causada por trematódeos do gênero *Schistosoma*, sendo considerada endêmica em 74 países, incluindo o Brasil, porém há anos vem sendo negligenciada. Geralmente ocorre em localidades onde a população vive sob condições socioeconômicas precárias. O controle da esquistossomose é um desafio aos serviços de Saúde Pública e as medidas profiláticas incluem majoritariamente a melhoria das ações de vigilância por parte dos pesquisadores e profissionais da saúde, em conjunto com o cuidado da população.

Portanto, são necessários instrumentos que auxiliem na eficácia dos diagnósticos das áreas endêmicas, assessorando na coleta de dados aos órgãos governamentais responsáveis. Associado a ideia da importância de uma vigilância ativa por parte dos pesquisadores e agentes de vigilância para o controle dessa parasitose, o uso da tecnologia poderia facilitar este processo. Deste modo, o presente projeto desenvolveu um aplicativo para quantificar o risco de infecção da esquistossomose, com base em fatores abióticos e bióticos comuns de áreas endêmicas para esquistossomose. O aplicativo foi desenvolvido na plataforma eclipse e brevemente será disponibilizado gratuitamente na plataforma digital do google para download, em uma versão dedicada aos moradores das zonas de risco da esquistossomose e a versão do pesquisador, que é uma variante mais específica para um diagnóstico mais complexo. Este estudo promoverá maior praticidade, e aumentara o estímulo por parte dos pesquisadores em utilizar as ferramentas em campo e não apenas no laboratório.

PALAVRAS-CHAVE: Esquistossomose, aplicativo, indicativo, probabilidade.

ABSTRACT: The Schistosomiasis is a disease caused by trematode of the genus *Schistosoma*, being considered endemic in 74 countries, including Brazil. However, it has been neglected

for years. Usually, it occurs in localities where the population lives under precarious socioeconomic conditions. The control of the schistosomiasis is a challenge for the health public services and the prophylactic measures include mostly the improvement of surveillance actions by part of the researchers and health professionals together with the cares of the population. Therefore, it is necessary to have instruments that assist the efficiency of the diagnostics from the epidemic areas, helping to collect data to the responsible government agencies. Associated with the idea of the importance of an active surveillance by the researchers and surveillance agents for a control of this parasitosis, the use of technology could make this process easier. That way, this project developed an application to quantify the risk of infection of the schistosomiasis, based on abiotic factors and common biotics from schistosomiasis endemic areas. The application was developed on the platform eclipse and soon will be available to download free of charges on the digital platform of google, in a dedicated version to the residents of schistosomiasis risk areas, and the researchers version, which is an specific variation for a more complex diagnostic. This research will promote a greater practicality and will enhance the encouragement from researchers to use tools not only inside of laboratories but also on field.

KEYWORDS: Schistosomiasis, application, indicative, probability.

1 | INTRODUÇÃO

As esquistossomoses são doenças infecciosas parasitárias causadas por trematódeos do gênero *Schistosoma* que, para o homem, tem como principais agentes etiológicos as espécies *S. mansoni*, *S. haematobium* e *S. japonicum* (COLLEY, 2014; NEVES, 2016). Embora no Brasil as características ambientais favoreceram o sucesso adaptativo somente da espécie *S. mansoni*, que é responsável pelo quadro de infecção denominada esquistossomose mansoni ou intestinal (NEVES, 2016).

Para a perpetuação do ciclo evolutivo de *S. mansoni* é necessária à presença de dois hospedeiros, o intermediário representado pelo caramujo do gênero *Biomphalaria* e o definitivos, representado pelo ser humano, além de roedores silvestres considerados como reservatórios. Este conjunto permite a manutenção da transmissão dessa doença, juntamente com outros condicionantes tais como, a falta de saneamento básico e educação sanitária, bem como o contato frequente do homem com águas contaminadas. Ou seja, fatores que evidenciam um local com baixo desenvolvimento socioeconômico (KATZ, 2018).

Segundo OLIVEIRA (2018), a presença dos fatores abióticos e bióticos é de extrema importância para reprodução, alimentação, e crescimento das espécies de moluscos envolvidas no ciclo de *S. mansoni*, podendo ser considerados como fatores limitantes na epidemiologia da esquistossomose, sendo, portanto, de fundamental interesse conhecer a complexidade desses fatores.

Além disso, é perceptível que a saúde da população está sendo impactada

diretamente pela mobilidade geográfica, demonstrando novas necessidades em estratégias de saúde e, com isso, o desenvolvimento de novos conhecimentos e tecnologias, além dos modelos de atenção e vigilância já utilizados (TORRES, 2017).

A localização de focos esquistossomóticos por meio de varreduras espaço-temporal vem sendo feito na China e resultou na notável redução na prevalência e intensidade de *S. japonicum* (CHEN *et al.*, 2018). Nesse sentido, a adesão de instrumentações tecnológicas pelos vigilantes sanitários promoveria uma modernização nos sistemas de monitoramento pelo geoprocessamento, alcançando maior rapidez na aquisição e repasse de informações para os órgãos de controle.

Com a crescente portabilidade das tecnologias, os smartphone tornaram-se uma ferramenta de fácil acesso à informações com um baixo custo e com a vantagem de possuir aplicativos dos mais variados temas. Dessa forma, o uso dessas tecnologias pode ser considerado uma alternativa para proceder com o monitoramento da saúde em um nível primário a fim de melhorar o acesso da população à saúde, bem como à promoção do conhecimento acerca dos cuidados preventivos (BILOTTI, 2017). Baseado nos dados que demonstram o potencial uso de aplicativos na telemedicina, esta pesquisa teve como escopo primário a elaboração de uma ação conjunta, com os projetos do Laboratório de Parasitologia Humana da Universidade Estadual do Maranhão e com estudos em literatura especializada, além de pôr em prática a funcionalidade do aplicativo para auxiliar na identificação de áreas de risco para a ocorrência da esquistossomose com base em parâmetros bióticos e abióticos.

2 | METODOLOGIA

Atribuição dos fatores ambientais determinantes na dinâmica de transmissão da esquistossomose mansoni no Brasil

As atribuições dos fatores que caracterizam um potencial criadouro de caramujos vetores foram feitas a partir de uma extensa revisão literária, buscando-se uma visão mais aprofundada da perspectiva biológica e também pelas perspectivas sociais. Esta revisão bibliográfica inicialmente buscou delimitar as fontes de referências como: artigos em periódicos científicos, livros, teses, dissertações e resumos em congresso. Por meio da investigação em sites de credibilidade, como: Biblioteca virtual em Saúde, Portal de periódicos da CAPES, Google scholar, A biblioteca eletrônica SciELO. Fizemos a busca através de uma série de palavras chaves, como: esquistossomose; *Biomphalaria*; fatores bióticos; fatores abióticos; pH; salinidade; temperatura; turbidez; coliforme fecais.

O local de validação dos parâmetros estudados em literatura

Para realizar o comparativo e avaliar a coerência dos padrões de fatores ambientais encontrados na literatura, executamos estudos nos municípios de Peri Mirim e São

Bento, localizados no ocidente do estado do Maranhão, e que são definidas como áreas endêmicas para esquistossomose, segundo o PCE (programa de controle da esquistossomose).



Figura 1: Avaliação do parâmetro de temperatura nos criadouros de *Biomphalaria* spp. para comparação com dados da literatura.

Fonte: França (2018)

Programação e lógica para elaboração do aplicativo

Nomeamos o aplicativo de Xisto test, em virtude da população conhecer esta parasitose pelo nome de “Xistose”, Sendo o software registrado com certificado pelo processo de N°: BR 51 2017 001660-7. Optamos por desenvolver o aplicativo para ser executado no sistema operacional móvel Android em virtude de ser o sistema operacional mais popular entre os usuários de smartphones. Portanto, desenvolvendo nesta plataforma, contaremos com maior número de usuários e com a facilidade de disponibilizar o aplicativo diretamente e gratuitamente em sua loja virtual.

O aplicativo foi desenvolvido para plataforma com suporte ao sistema Android, pelo fato de ser o sistema mais popular entre os usuários de smartphones. O processo de desenvolvimento do aplicativo conta com diversas ferramentas para auxiliar na criação de acordo com os requisitos definidos durante a pesquisa, com o auxílio das ferramentas fundamentais para criação do aplicativo foram: Java Development Kit (JDK), Android software development Kit (SDK) e Android Studio.

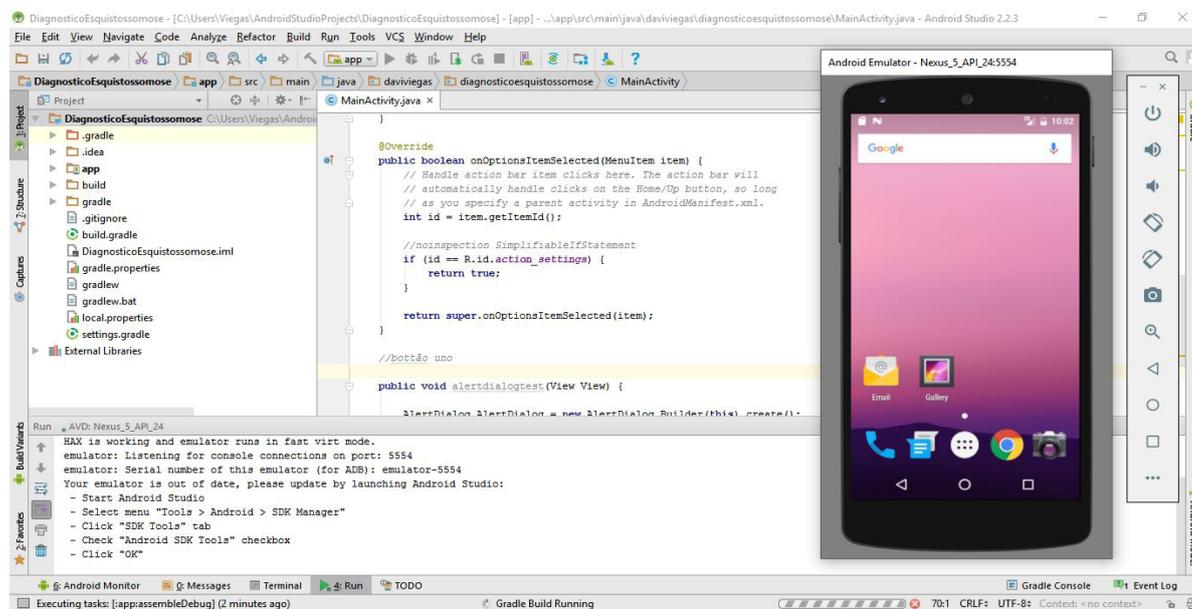


Figura 2: Android Studio e o smartphone virtual para programar e copilar a em tempo real.

Fonte: Viegas (2018)

Houve a capacitação dos usuários para utilização do aplicativo, porém são necessários novos ciclos de capacitações, que poderão ser feitos com os pesquisadores ao executarem projetos nos municípios conhecidos pela prevalência elevada de esquistossomose.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi perceptível que os locais onde existe alta prevalência de esquistossomose seguiram valores “padrões” nos biótopos observados, como exemplo: o índice pluviométrico, salinidade, pH, temperatura, dosagem de coliformes fecais em meio a outros fatores.

Na literatura e nas avaliações em campo buscamos estabelecer a relação da pluviometria com a predominância da esquistossomose. Dessa forma, observamos que esse fator é um dos principais precursores de um período crítico de transmissão, já que as chuvas serão as responsáveis pela manutenção das áreas alagadas, fornecendo criadouros favoráveis para o estabelecimento dos caramujos vetores.

Adicionalmente, Barbosa e colaboradores (2017) descrevem que o ambiente propício para o estabelecimento do ciclo de *S. mansoni* deve apresentar o nível de pH (potencial hidrogeniônico) variando entre 6,0 e 9,0, ofertando um ambiente ideal para a sobrevivência do caramujo do gênero *Biomphalaria*. Por sua vez, a salinidade ideal deve ser igual ou superior a 0,50‰, contudo essas variações de valores, bem com a condutividade oscilando entre as faixas doce e salobra da classificação do CONAMA, com intervalos de variação de 117 a 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, corroboraram com os dados obtidos no campo.

Além desses fatores, a temperatura é um fator crucial, pois determinará o estímulo

necessário para a liberação das cercárias pelos caramujos, a qual uma faixa ótima seria de 20°C, mas com intervalos de 18°C a 41° C.

Cada propriedade citada acima foi avaliada, apesar de haver mais parâmetros que influenciam os criadouros naturais de *Biomphalaria* spp. nos municípios de São Bento e Peri Mirim, sendo aferida com equipamentos específicos, como: medidor multiparâmetro e kits biológicos, realizando assim, uma simulação da funcionalidade do aplicativo. Todos os locais analisados apresentavam ambiente totalmente favorável para a manutenção do ciclo de *S. mansoni*, destacando-se a ausência de tratamento de esgoto, atividades econômicas majoritariamente ligadas à utilização da água do campo como, agricultura, pesca e pecuária, além de pessoas infectadas e não tratadas vivendo na região. Logo, se faz necessário também o acompanhamento frequente da prevalência da infecção em humanos, como forma de obter medidas mais efetivas de controle.

As áreas com maiores focos da doença concentram-se na região da Baixada Maranhense, região em que o município de Peri Mirim está inserido, onde os pescadores são os trabalhadores do mesmo, e que estão mais expostos ao risco de contaminação, uma vez que a função exercida exige um mínimo de contato com a água.



Figura 3: Criadouro de *Biomphalaria* spp. na cidade de Peri Mirim, cidade onde foi realizado a simulação da funcionalidade do aplicativo.

Fonte: França (2018)

Até o momento o aplicativo ainda não foi disponibilizado para todos os usuários android na plataforma da Google play, apenas alguns pesquisadores foram escolhidos para analisar seu funcionamento, como uma versão teste. Assim, nossas melhorias estão sendo baseadas no feedback destes usuários.

Funcionalmente o app. foi dividido em dois segmentos:

- **A área do cidadão investigador:** Com a proposta de calcular a probabilidade do risco em que o usuário está exposto à infecção por *S. mansoni*, por

meio de respostas simples e objetivas, evidenciando os componentes do ciclo da parasitose e apresentando as medidas profiláticas, para que o cidadão também possa ser agente ativo no combate contra a esquistossomose.

- **A área do pesquisador:** Dedicado aos profissionais da saúde, essa função proporciona uma quantificação mais completa do risco da presença da esquistossomose, com ferramentas para armazenar os dados dos parâmetros obtidos no campo.

Portanto será necessário que o usuário tenha posse de equipamentos que realizem a aferição destes parâmetros, diferente da interface voltada para a comunidade, que é baseado na observação e o no seu etnoconhecimento.

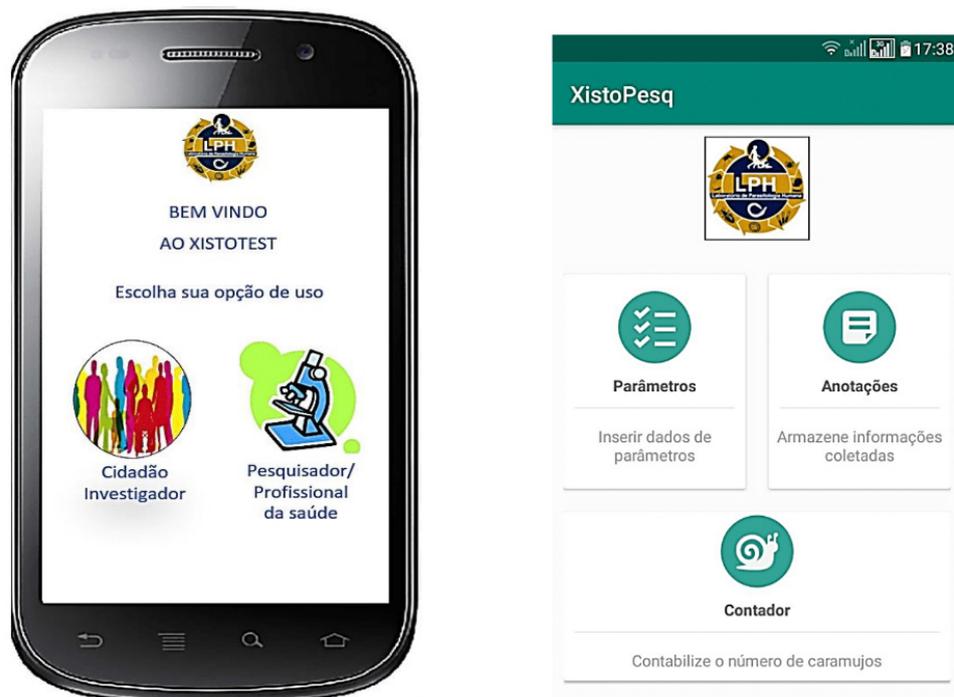


Figura 4: Demonstração de como o aplicativo irá operar em sua tela introdutória e seu funcionamento na área do pesquisador

Fonte: Viegas (2018)

4 | CONCLUSÃO

Os usuários da fase de teste do aplicativo se mostraram satisfeitos com o desempenho e também pela facilidade da aplicação. Assim, futuramente espera-se alcançar uma coleta e transferência eficiente de dados obtidos em campo para serem analisados mais rapidamente por gestores. Em posse desses dados, mapas de risco podem ser confeccionados para uma determinada região, potencializando a capacidade da vigilância em saúde em detectar os agravos gerados pela esquistossomose nas comunidades.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, V. S.; LOYOI, R. M.; GUIMARÃES, R. J. P. S.; BARBOSA, C. S. Os Sistemas de Informação Geográfica em estudo sobre a esquistossomose em Pernambuco. **Revista de Saúde**

Pública, v. 51, p. 1-10, 2017.

BILOTTI, C. C.; NEPOMUCENO, L. D.; ALTIZANI, G. M.; MACUCH, R. S.; LUCENA, T. F. R.; BORTOLOZZI, F.; BERNUCI, M. P. M-Health no controle do câncer de colo do útero: pré-requisitos para o desenvolvimento de um aplicativo para smartphones. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 11, n. 2, p. 1-18, 2017.

CHEN, Y. Y.; LIU, J. B.; JIANG, Y.; LI, G.; SHAN, X. W.; ZHANG, J.; CAI, S. X.; HUANG, X. B. Dynamics of spatiotemporal distribution of schistosomiasis in Hubei Province, China. **Acta tropica**, v. 180, p. 88-96, 2018.

COLLEY, D. G.; BUSTINDUY, A. L.; SECOR, W. E.; KING, C. H. Human schistosomiasis. **The Lancet**, v. 383, n. 9936, p. 2253–2264, 2014.

KATZ, N. **Inquérito Nacional de Prevalência da Esquistossomose mansoni e Geo-helmintoses**. Belo Horizonte: CPqRR, 2018. 76p.

OLIVEIRA, C. D. L.; VIANA, G. F. S. Influência dos parâmetros abióticos na abundância de *Biomphalaria straminea* (basommatophora: planorbidae) em uma lagoa temporária no semiárido de pernambuco, Brasil. **Oecologia Australis**, 2018. ISSN: 2177-6199.

SAMPAIO, L. N. N.; FRANÇA, J. K. R.; LIMA, J. M. S. F.; MIRANDA, L. N. O enfrentamento do paciente e a esquistossomose. **Revista Caderno de Graduação**, v. 4, n. 2, p. 337, 2018.

SANTOS, A. D.; OLIVEIRA, S. F. M.; SANTOS, M. B.; ARAÚJO, K. C. G. M. Análise do grau de implantação (GI) do programa de controle da esquistossomose mansônica (PCE) em um município endêmico do estado de Sergipe, Brasil. **Revista Iberoamericana de Educacion e Investigacion en Enfermeria**, 2015.

TORRES, R. S. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. **Guia de Vigilância em Saúde**: volume 1/ atual. Brasília: Ministério da Saúde, p. 9983-3220, 2017.

JÚRI SIMULADO INTERDISCIPLINAR E A SALA DE AULA: TRABALHANDO O PROTAGONISMO E A AUTONOMIA DO EDUCANDO

Alessandra Martino Ramos de Medeiros

UnB, Mestranda do Programa de Pós Graduação
em Ensino de Ciências – PPGECC
Brasília – DF

Rodrigo de Mello

UFG, Departamento de Biologia
Goiânia – GO

Lenise Aparecida Martins Garcia

UnB, Departamento de Biologia
Brasília – DF

RESUMO: O presente trabalho relata a experiência docente de investigação das contribuições da aplicação de um júri simulado interdisciplinar em sala de aula, como metodologia lúdica do ensino de Biologia Forense, com vistas à promoção do protagonismo e autonomia dos alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do DF. O tema foi trabalhado interdisciplinarmente entre professores do 3º ano do ensino médio nas disciplinas de Biologia, História, Língua Portuguesa e Filosofia, de forma que os alunos compreendessem o conteúdo de biologia forense, na perspectiva da biotecnologia de maneira lúdica, dinâmica, investigativa e motivadora. A prática proporcionou uma avaliação crítica dos assuntos trabalhados, além de promover o empenho dos alunos na elaboração, organização, desenvolvimento e

execução de um júri simulado.

PALAVRAS-CHAVE: Júri Simulado, Biologia Forense, Protagonismo, Autonomia

ABSTRACT: The present study demonstrates the teaching experience through the application of the simulated jury method, which was based on a cross-curricular technique used during classes, by adopting a ludic methodology focused on Forensic Biology. Therefore, the students could work on the promotion of their protagonism and autonomy as high school members. For that reason, the current subjects were based on a cross-curricular technique, including the contribution of Biology, History, Portuguese and Philosophy teachers, so that students could learn the matter of Forensic Biology, on a biotechnology perspective, approached by a ludic, dynamic, investigative and motivating analysis. This experience abovementioned provided a critical evaluation of the subjects discussed, in addition to promote students' efforts towards elaborating, organizing, developing and executing the simulated jury activity.

KEYWORDS: Simulated Jury, Forensic Biology, Protagonism, Autonomy.

1 | INTRODUÇÃO

Protagonista é uma palavra resultante da junção de dois termos origem grega, *prōtos*, que significa principal, e *agōnistēs*, lutador, competidor, portanto, protagonista é o lutador principal, fazendo referência ao principal competidor dos jogos públicos da antiguidade. A palavra protagonismo indica a qualidade do que se destaca em qualquer acontecimento ou situação (HOLANDA, 2009), então, o jovem aluno do ensino médio, foco de nossa pesquisa, que atua como personagem principal, que tem iniciativa, que tem participação ativa na realidade escolar em que vive, participa, portanto, da construção da sua própria história. O termo “luta”, antes usado na antiguidade para designar o confronto físico nas competições de arena, agora, assume o significado de ação política, em que a atuação individual do jovem protagonista contribui para a motivação dos jovens à integração (SOUZA, 2006).

De acordo com Piaget (1962),

o conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado desde o nascimento (inatismo), nem como resultado do simples registro de percepções e informações (empirismo): o conhecimento resulta das ações e interações do sujeito no ambiente em que vive. Todo conhecimento é uma construção que vai sendo elaborada desde a infância, por meio de interações do sujeito com os objetos que procura conhecer, sejam eles do mundo físico ou do mundo cultural. O conhecimento resulta de uma inter-relação do sujeito que conhece com objeto a ser conhecido. (MOREIRA, 1999)

Assim, ao afirmar que “a criança desenvolve a capacidade de compreender o outro e de operar o pensamento concreto na idade de 6 a 11 anos”, e vai aperfeiçoando ao longo da adolescência, considera, portanto que o indivíduo vai adquirindo as competências e habilidades necessárias para o exercício de sua autonomia, a qual poderá ser modificada de acordo com a vivência e o meio em que está inserido (LEONE, 1998). No contexto escolar, terá acesso aos seus pares, com quem poderá compartilhar saberes, desenvolver a criticidade, associar a teoria à prática, adaptando-se às novidades a que está exposto.

A escola é o ambiente em que o aluno passa, pelo menos, cinco horas diárias. Além da aquisição de conhecimento, a assiduidade proporciona o relacionamento com seus pares, com os professores, direção e demais servidores. No entanto, para que este seja um local saudável e atrativo de se frequentar, é necessário que o adolescente primeiramente se reconheça como indivíduo único que faz parte dessa comunidade, que ele perceba que é compreendido e aceito por alguém. Essa fase que marca a saída da infância para o questionamento sobre o sentido da vida, das indagações sobre sua própria existência na sociedade. É nesse momento que o adulto, a família, a escola deve oferecer-lhe oportunidades e diretrizes para que ele ocupe o seu tempo livre de forma racional, respeitando os seus limites e valores, evitando os riscos desnecessários e decisivos. Em seu tempo disponível, quando não está na escola, ou trabalhando, o adolescente quer ter o seu espaço, quer defender sua individualidade

e privacidade, tornando-se vulnerável às descobertas que, por vezes, podem ser perigosas a sua saúde e integridade. Surge a necessidade de se conhecer, de se autoafirmar no seu núcleo de amizade, de definir sua identidade, de se fazer presente na sociedade, e para isso, ele precisa passar pela fase das experiências, dos testes, muitas vezes, sem a orientação ou supervisão de um adulto. Nessas situações, a escola tem uma missão fundamental, quando oferece atividades extracurriculares, em turno contrário, que visem a descoberta e valorização das habilidades e competências desse aluno em projetos sociais, promovendo as relações interpessoais, solidárias, e reafirmando valores. Além disso, a descoberta de líderes, de habilidades manuais ou culinárias, de talentos nas diversas áreas do conhecimento como as artes, a música, a dança, entre outras (SOUZA, 2006).

Portanto, ao propormos aplicação da metodologia Júri Simulado Interdisciplinar, visamos estimular o trabalho coletivo entre os alunos e professores, de forma que as orientações e o enlace das disciplinas envolvidas sejam o alicerce para a construção e execução das atividades propostas, e assim, tenham significado prático para o educando.

2 | METODOLOGIA

O trabalho coletivo de um grupo de professores fez-se presente com a finalidade de aplicar o júri simulado interdisciplinar como metodologia de ensino do conteúdo de biologia forense, na perspectiva da biotecnologia para o 3º ano do ensino médio, sendo este composto, elaborado e executado pelos próprios alunos, e orientados pelos professores das disciplinas envolvidas. Cada uma das quatro turmas envolvidas foi dividida em grupos e cada grupo exerceu uma função no júri: juiz, advogados de defesa, promotores, réu, meirinho, testemunhas, jurados, peritos, psicólogos, psiquiatras, assistente social, auxiliares, entre outros. Foi escolhido um caso fictício, baseado em um caso real histórico em alusão às Avós da Praça de Maio da Argentina, movimento que trata de um grupo de avós de Buenos Aires fundadoras do Banco Nacional de Dados Genéticos - BNDG, hoje referência mundial, para encontrarem seus netos desaparecidos durante o último regime militar da Argentina (1976-1983). Os professores das disciplinas Biologia, Língua Portuguesa, Filosofia e História organizaram um Aulão Interdisciplinar, em turno contrário, abordando os temas: Regime Militar do Brasil e da Argentina e Avós da Praça de Maio, para subsidiar conhecimentos pertinentes à execução do projeto. Recursos humanos e materiais foram subsidiados por meio de palestras temáticas, visitas de profissionais das áreas afins, sugestões de episódios de séries a respeito dos temas, documentários, debates, sugestão de sites de pesquisa, leitura e interpretação de artigos científicos, dentre outros. Seguindo o rigor de um Tribunal do Júri real, os alunos estavam vestidos a caráter, e o jurado era composto por alunos de outra turma, professores, servidores e convidados.

Escolhemos a metodologia qualitativa por meio da análise, em andamento, dos Diários de Bordo redigidos pelos próprios alunos. O projeto teve o propósito de promover e avaliar o desenvolvimento do protagonismo juvenil e da autonomia de alunos do 3º ano do ensino médio para a percepção das contribuições da aplicação do júri simulado interdisciplinar, como atividade pedagógica lúdica, para a aprendizagem do conteúdo de biologia forense, na perspectiva da biotecnologia. Tivemos a parceria de um profissional da área de Biologia, para ministrar a Palestra sobre Biologia Forense e da área de Direito, para a orientação aos alunos-advogados e alunos-juizes. A aplicação ocorreu no 1º semestre do ano corrente, e teve como público-alvo alunos do 3º ano do ensino médio de uma escola pública do DF. Montamos um Cronograma de Atividades, para que os alunos seguissem as atividades e os prazos de execução.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

DATA	ATIVIDADE
18/04 20/04/2018	a Divisão dos grupos de alunos para o Júri Simulado
03/05/2018	Entrega do Caso Fictício para os grupos
04/05/2018	Avisar aos grupos sobre a elaboração dos argumentos Avisar aos grupos sobre a confecção dos convites para o Júri (entrega até 08/05)
16/05/2018	Envio dos perfis dos personagens envolvidos no caso fictício.
18/05/2018	Os grupos de perícia e logística devem enviar os laudos para as correções.
04/05/2018 07/05/2018	a Os grupos de defesa/promotoria deverão elaborar os argumentos para o Plantão de dúvidas do dia 08/05/2018.
08/05/2018	Bacharéis de Direito da UCB – plantão de dúvidas para os alunos da defensoria pública e promotoria
09/05/2018	Palestra sobre Biologia Forense – Prof. Dr. Rodrigo de Mello
14/05/2018	Reunião com os líderes dos grupos e entrega dos relatórios de cada grupo
06/06/2018	Aulão Interdisciplinar Temático – Ditadura Militar; Avós da Praça de Maio
11/06/2018	Apresentação do Júri Simulado – 3ºB, 3ºA e 3ºC
12/06/2018	Apresentação do Júri Simulado – 3ºD

CASO FICTÍCIO

O trabalho do Júri Simulado Interdisciplinar será um caso fictício, baseado em fatos reais.

O júri vai julgar o caso de um coronel do exército argentino, Alejandro Yunes, que mandou matar os pais de uma menina de 9 meses, e a adotou como sendo sua filha legítima, no ano de 1972, época em que a Argentina enfrentava um regime militar. Ao término desse regime, algumas avós se reuniram na Praça de Maio em busca de seus netos desaparecidos naquela época. Essas avós, hoje conhecidas como as Avós da Praça de Maio, criaram o maior laboratório de banco de dados genéticos do mundo, o Banco Nacional de Dados Genéticos (BNDG), que foi evoluindo junto com a genética forense, e que permite a comparação do DNA das avós com o DNA de seus supostos netos, permitindo assim, a identificação desses familiares. Apesar da alta tecnologia, alguns desses netos não procuram o laboratório com receio de que seus pais sejam

julgados. Não foi essa a razão pela qual Ester de Carlota Montañez, antes registrada Manoela Yanes, buscou o laboratório, pois já desconfiava da paternidade de Alejandro Yanes. Ao fazer os exames e coletar material genético, a confirmação foi a de que Ester era neta de Ester de Carlota Antunes, e filha de Larissa de Carlota Montañez e Oscarito Montañez. Portanto, neste júri, será julgado o réu Alejandro Yanes.

1º Encontro – 09/04 a 13/04

Duração: 1 aula dupla – 1h30min

1. Apresentação do Projeto Júri Simulado.
2. Elucidação dos conceitos: protagonismo, autonomia, biotecnologia, biologia forense.
3. Apresentação da dinâmica do júri, dos participantes e suas funções.
4. Divisão dos grupos de trabalho e escolha/sorteio das funções de cada aluno:
JUIZ(A) – escolhido(a) pela professora

Grupo 1: Logística – alunos (definir a quantidade) envolvidos na elaboração da dinâmica do júri, como cada personagem atua. Estará responsável pela estruturação física para a realização do júri simulado:

- Reserva da sala de vídeo junto à coordenação da escola;
- Verificação do empréstimo das becas junto à VIP (empresa organizadora dos eventos de formatura da escola);
- Fazer o convite à turma que assistirá a apresentação e fará parte do júri popular para o julgamento do(s) réu(s);
- Fazer o convite aos pais dos alunos da turma e a todos os profissionais da escola para prestigiarem o evento;
- Orientação aos grupos a respeito da vestimenta adequada no dia da apresentação;
- Organização da sala de vídeo: arrumação das cadeiras, montagem do Datashow (se necessário), solicitação de microfones, mesa do juiz, martelo, toalha para a mesa do juiz, trazer e acomodar os convidados na sala;
- Tirar fotos de todos os colegas durante a apresentação;
- Filmar a apresentação (verificar a câmera da escola, ou convidar alguém capacitado)
- Atuarão como meirinhos (auxiliares do juiz)

Grupo 2: Advogados de defesa e Promotoria – serão selecionados previamente, de acordo com o perfil do aluno, sorteio, ou mesmo por manifestação espontânea dos alunos.

Grupo 3: Peritos – farão pesquisa prévia a respeito da técnica da biologia forense ou da biotecnologia envolvida no caso; apresentação do resultado das “provas” recolhidas e analisadas para apreciação do júri.

Grupo 4: Testemunhas de defesa.

Grupo 5: Testemunhas de acusação.

Grupo 6: Profissionais envolvidos no processo (dependendo da situação trabalhada): psicólogo, psiquiatra, assistente social, geneticista, delegado, policial, professor, conselheiro tutelar, etc.

- Para essa etapa, vamos entrar em contato com a UCB, e verificar a possibilidade dos acadêmicos desses cursos poderem ir à escola, em data e horários marcados, para orientação aos alunos desse grupo.

Grupo 7: Réu(s)

OBS.: Cada grupo fará a eleição de um **líder** para acompanhar o andamento das atividades do grupo. O líder deverá apresentar relatórios semanais para o professor.

2º Encontro – 03/05

Entrega do Caso Fictício para os grupos

3º Encontro – 08/05

Horário (turno contrário) – 14:30 às 16:30

Local: Sala de vídeo da escola ou outro ambiente disponível

Evento: Plantão de dúvidas com estudantes de Direito

- Orientação feita por acadêmicos do curso de direito (serão convidados alunos do UniCEUB/UCB ou ex-alunos da escola que estejam cursando) para os grupos de advogados e promotores, com a finalidade de preparação argumentativa sobre o caso trabalhado.
- Nesta etapa, os alunos já deverão ter um discurso prévio de defesa/acusação e levarão as anotações para tirar dúvidas com os estudantes de direito.

4º Encontro – 09/05

Duração – 1h

Horário (turno contrário) – 14:30 às 15:30

Evento: Palestra sobre Biologia Forense

Palestrante: Prof. Dr. Rodrigo de Mello – UCB

Local: Sala de vídeo da escola

- O referido profissional era coordenador do PIBID de biologia da UCB, e já se dispôs a participar.

- A palestra apresentará o papel da biologia forense na elucidação de crimes ou nas profissões que a envolvem, como biólogo investigativo, entomologista, perito criminal, etc.
- Os alunos serão convocados para a participação na atividade, para que tenham subsídios para a construção de seu personagem para o dia do júri, podendo fazer perguntas e colocações ao término da palestra.

5º Encontro – 05/06

1º e 2º Horários – 3º D

- A turma que apresentará o júri deverá estar vestida a caráter, conforme orientação do grupo de Logística.
- Cada grupo estará responsável em levar os materiais necessários para a sua composição de personagem.
- O grupo da Logística convidará os pais/responsáveis para a apreciação do evento.

6º Encontro – 06/06

Apresentação do Júri Simulado

1º e 2º Horários – 3º B

3º e 4º Horários – 3º A

5º e 6º Horários – 3º C

- A turma que apresentará o júri deverá estar vestida a caráter, conforme orientação do grupo de Logística.
- Cada grupo estará responsável em levar os materiais necessários para a sua composição de personagem.
- O grupo da Logística convidará os pais/responsáveis para a apreciação do evento.

As etapas realizadas serão relatadas em um Diário de Bordo. As filmagens e anotações durante os procedimentos da sessão do júri serão realizadas pelas equipes de Logística, as quais deverão entregá-las após o término dessas sessões.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração, o desenvolvimento e a execução do projeto representaram momentos de aprendizagem, de interação, de orientação, e de satisfação com os resultados obtidos. Os relatos dos alunos foram compatíveis com as expectativas depositadas, tendo em vista o empenho, a dedicação e desenvoltura com que

realizaram suas atividades.

A experiência pode determinar uma prática, a qual deve se manter por meio da conversação, da comunicação, da troca de saberes. Desta forma, pode-se concluir que a interdisciplinaridade pode ser atingida quando se promove exercícios investigativo, reflexivo e comunicativo do ato pedagógico, do ato de ser professor (HAAS, 2007). Assim, segundo a autora,

O professor comprometido com a prática interdisciplinar prepara os alunos contra os perigos da cultura fragmentada, ampliando a compreensão dos problemas, contextualizando-os na sociedade de modo a revelar a conexão entre fenômenos aparentemente desvinculados. Superar a fragmentação da disciplina escolar amplia as possibilidades de construir uma identidade mais integrada e assegura uma formação de maior qualidade. (HAAS, 2007)

Portanto, o professor como divulgador do conhecimento deve estar sempre atualizado quanto às novidades acadêmicas, desvincilhando-se das práticas enfadonhas, desinteressantes e sem efeito prático no que diz respeito à apreensão dos conteúdos e da comunicação com seu aluno, de modo que adquira novas estratégias ou que experimente outras mais tradicionais, mas que se reinvente e se esforce para o trabalho interdisciplinar.

REFERÊNCIAS

HAAS, C. M. **Interdisciplinaridade: Uma nova atitude docente**. Olhar de Professor, Ponta Grossa, v. 10, p. 179-193, 2007.

HOLANDA, A. B. D. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Dicionário do Aurélio, São Paulo, 2009. Disponível em: <<https://dicionariodoaurelio.com/protagonismo>>. Acesso em: 21 abril 2018.

LEONE, C. **A Criança, o Adolescente e a Autonomia**. Revista Bioética, v. 6, n. 1, 1998. Disponível em: <http://revistabioetica.cfm.org.br/index.php/revista_bioetica/article/view/324>. Acesso em: 20 março 2018.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. São Paulo, EPU, 1999. disciplinas, 1999. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2012307/mod_resource/content/1/Teorias%20de%20Aprendizagem%20Marco%20Antnio%20Moreira.pdf>. Acesso em: 18 dezembro 2018.

SOUZA, R. M. D. **Teses e Dissertações**. Biblioteca Digital USP, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8132/tde-25042007-115242/pt-br.php>>. Acesso em: 21 abril 2018.

ROSCA, A RECEITA DE APRENDIZAGEM EM AULAS SOBRE FERMENTAÇÃO: UMA EXPERIÊNCIA EM SALA DE AULA DO ENSINO MÉDIO

Ana Isabel Ribeiro

Colégio Estadual Maria Benedita Velozo

Orizona-Goiás

Universidade Federal de Goiás- CEPAE -
Programa de Pós-graduação em Ensino na
Educação Básica
Goiânia-Goiás

RESUMO: O presente trabalho trata-se de uma experiência de ensino aprendizagem realizada em um colégio estadual de Orizona, Goiás. O objetivo deste trabalho foi aproximar a teoria científica da prática para que os estudantes tivessem condições de compreender melhor o conteúdo “Fermentação Alcoólica”. Assim foi feita uma aula prática de produção de rosca caseira, usando fermento biológico e as etapas do processo de fermentação puderam ser observadas. Observamos que a experiência foi importante para a aprendizagem dos estudantes e propiciou a participação destes no processo de ensino aprendizagem o que corrobora com a construção do conhecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Biologia; Ensino na Educação Básica; Fermentação alcoólica

ABSTRACT: The fallow project is an experience of teaching learning carried out at a state college in Orizona, Goiás. The objective of this work was

to bring the scientific theory of practice closer so students could better understand the “Alcoholic Fermentation” content. Thus, a practical lesson on the production of homemade breadmaking was made using biological yeast and the stages of the fermentation process could be observed. We observed that the experience was important for the students’ learning and allowed their participation in the process of teaching learning, which corroborates with the construction of knowledge.

KEYWORDS: Teaching of Biology; Teaching in Basic Education; Alcoholic fermentation.

1 | INTRODUÇÃO

O Ensino é uma das temáticas da Educação que vem sendo problematizada ao longo da História. Vários autores se preocuparam com a questão: podem ser citados Descartes e o “Discurso do Método”, Rousseau e o seu “Emílio”, Comênio, com a “Didática magna”, Kant e a sua perspectiva de educação para o conhecimento, até pensadores mais recentes como Vigostky e a teoria sócio interacionista, Paulo Freire e a Teoria Crítica, entre outros (DESCARTES, 2001; ROSSEAU 1995; COMÊNIO, 2006; KANT, 1999; REGO, 2001; FREIRE, 2016).

A preocupação com essa área também predominante no “chão” da escola onde nós professores atuamos. Em se tratando de Biologia, os métodos utilizados em sala de aula e espaços não formais de aprendizagem carecem de abordagens que privilegiem criatividade, investigação, experimentação, crítica e relação com o cotidiano, pois tais aspectos são importantes para a melhor compreensão dos conteúdos. Tendo em vista que compartilhamento de experiências abre horizontes muito profícuos na prática pedagógica, é fundamental que ocorra um diálogo constante entre as estratégias utilizadas pelos professores de Ciências e Biologia, de modo que através destas trocas apareçam críticas para novas abordagens dentro de determinado conteúdo ou área, surgem novos projetos, ocorre conexões, e assim a o ensino faz mais sentido.

2 | RELATO DA EXPERIÊNCIA

A experiência que compartilho nesse trabalho é referente a uma sequência didática no estudo da fermentação alcoólica. O projeto foi trabalhado em três turmas de 1º ano do Ensino Médio do Colégio Estadual Maria Benedita Velozo em Orizona-Goiás, no ano de 2017. As turmas tinham 38, 40 e 40 estudantes, respectivamente. A aula prática foi realizada separadamente em cada turma.

A base teórica para a explicação dos eventos bioquímicos ocorridos durante o processo de fermentação alcoólica da rosca está de acordo com Junqueira e Carneiro (2012).

Na primeira aula expliquei os diferentes tipos de fermentação, com auxílio de esquemas e animações que mostram o processo de obtenção de energia pelos organismos fermentadores, onde passei a receita da rosca no quadro e designei um representante da sala para fazer o rateio dos ingredientes entre os estudantes para que fosse possível a aula prática de fabricação de rosca na aula seguinte. Na segunda aula, enquanto eu explicava para os estudantes a importância de cada ingrediente na receita, a coordenadora pedagógica e um estudante da turma misturavam os ingredientes e preparavam a massa.

Durante a explicação mostrei para os estudantes que o ingrediente do chamado fermento biológico é o *Saccharomyces cerevisiae*, uma espécie de levedura que usa a fermentação alcoólica na produção para obtenção de energia, também mostrei que a farinha de trigo é composta especialmente por amido, este formado por glicose, esta é quebrada por enzimas da levedura para a produção do pão, além da farinha, a receita inclui o açúcar de cozinha (sacarose) que também é usado na fermentação. Também mostrei que o leite por ser composto, em grande parte, de água é fundamental para que a reação ocorra, uma vez que água funciona como solvente. No decurso da aula, nas três turmas, os estudantes participaram fazendo perguntas sobre o assunto. Quando a massa começou a crescer foi explicado que aos estudantes a importância de manter o recipiente tampado, já que a levedura faz fermentação em ambiente anaeróbio e o

contato com o oxigênio pode parar o processo, ainda foi explicado que o gás carbônico, um dos resíduos metabólicos produzidos na fermentação alcoólica, é responsável pelo crescimento da rosca e o cheiro de álcool é devido ao outro resíduo produzido no processo, o álcool etílico. Como o crescimento acontece de forma lenta, as roscas foram assadas, refrigeradas e servidas aos estudantes no dia seguinte. Ao servir a rosca expliquei aos estudantes que agora aquele alimento serviria de “combustível” para a respiração aeróbia que foi trabalhada nas próximas aulas.

Ao comentar o trabalho um estudante do 1º ano “A” relata: “A experiência da fabricação de rosca me ajudou bastante a compreender sobre o conteúdo estudado no bimestre, pelo fato de estarmos observando cada passo do processo da fermentação, podendo assim melhorar nosso conhecimento. ”

3 | CONCLUSÃO

Entendemos que num processo de ensino aprendizagem tanto o professor e os estudantes são sujeitos do processo de ensino aprendizagem e o conhecimento é construído por ambos num processo de trocas constantes que favorece o interesse pela escola, cidadania e pela ciência.

O processo de experimentação nas aulas de Biologia é fundamental para a compreensão da fisiologia dos organismos vivos e defendemos que sempre que for possível demonstrar as teorias científicas é importante fazê-lo, pois assim há uma possibilidade de compreensão maior por parte dos estudantes e ainda pode despertar o interesse pela pesquisa.

Consideramos que a Educação Básica é fundamental na construção de sujeitos criativos, críticos e imprescindível para na formação de cidadãos éticos e comprometidos com a cidadania, daí a importância da escola como um espaço criativo e de participação.

REFERÊNCIAS

COMÊNIO, João Amós. *Didática magna*. 3 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

DESCARTES, René. **Discurso do método**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

JUNQUEIRA, Luiz Carlos Uchoa; CARNEIRO, José. **Biologia Celular e Molecular**. Ed. 9. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.

KANT, Immanuel. **Sobre a pedagogia**. Piracicaba: Unimep, 1999.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 12. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

ROUSSEAU, Jean-Jacques. **Emílio ou da educação**. Tradução por Sérgio Milliet. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

PRINCIPAIS MOTIVOS LIGADOS A QUEDA EM IDOSOS NO MUNICÍPIO DE CRUZ ALTA/RS

Giovani Sturmer

Fisioterapeuta, Mestre em Ciências da Saúde (Saúde Coletiva), Doutor em Ciências da Saúde. Universidade de Cruz Alta/RS (UNICRUZ), Centro de Ciências da Saúde e Agrárias, Curso de Fisioterapia.

E-mail: gstr@outlook.com

Nathália Arnoldi Silveira

Universidade de Cruz Alta/RS. Acadêmica do Curso de Fisioterapia,

Mylena Stefany Silva Dos Anjos

Universidade de Cruz Alta/RS. Acadêmica do Curso de Fisioterapia,

Fabiana de Cássia Romanha Sturmer

Farmacêutica, Mestre em Biologia Celular e Molecular, Doutoranda em Ciências Farmacêuticas.

Universidade de Cruz Alta/RS (UNICRUZ), Centro de Ciências da Saúde e Agrárias, Curso de Farmácia.

E-mail: fsturmer@hotmail.com

RESUMO: Com o aumento da idade da população brasileira surge um grave problema para a saúde pública: o crescimento no número de quedas entre os idosos e a diminuição na independência desta população. O objetivo desse estudo foi avaliar e identificar os riscos e fatores associados às quedas em idosos não institucionalizados. Para tanto foi realizada uma pesquisa transversal, observacional e

descritiva. Foram avaliados 60 indivíduos idosos na cidade de Cruz Alta. Foi realizada uma entrevista pessoal e foram avaliadas informações sociodemográficas, ambientais e sobre as quedas. Observou-se grande parte dos idosos fisicamente inativos, sem problemas de locomoção, com parcela considerável de casos de quedas, e também a presença de fraturas. Os resultados apontam a necessidade de intensificar as orientações e acompanhamentos, buscando obter a diminuição da incidência de quedas provocando uma manutenção da qualidade de vida da população idosa, com ênfase em estratégias de promoção da saúde dos idosos.

PALAVRAS-CHAVE: Saúde do idoso. Acidentes por quedas. Fragilidade. Atenção à saúde.

ABSTRACT: With increasing age of the Brazilian population comes a serious problem for the public health: the growth in the number of falls among the elderly and the reduction in the independence of this population. The aim of this study was to evaluate and identify risks and factors associated with falls in institutionalized elderly. For both a cross-sectional research, observational and descriptive. 60 elderly individuals were assessed in the city of Cruz Alta was conducted a personal interview and assessed sociodemographic, environmental

information and over the falls. Was observed large number of elderly physically inactive, without problems, with considerable portion of cases falls, and also the presence of fractures. The results highlight the need to intensify the guidance and accompaniments, pursuing the decrease in the incidence of falls causing a maintenance of the quality of life of the elderly population, with emphasis on health promotion strategies of the elderly.

KEYWORDS: Health of the elderly. Accidental falls. Fragility. Health care.

1 | INTRODUÇÃO

Com o avançar da idade, naturalmente as pessoas tem ficado mais vulneráveis a situações que podem levar à perda de autonomia e independência, e um dos principais fatores é a queda (MAIA et al, 2011). A autonomia é a capacidade de decisão, de comando e independência, e sendo assim, ser autônomo e independente permite aos idosos ter o direito e a capacidade de decidir e escolher suas ações e atitudes, garantindo uma qualidade de vida saudável (CUNHA, et al., 2012).

Com o aumento da expectativa de vida da população entre vários grupos populacionais, tem ocorrido uma modificação no perfil demográfico e de morbimortalidade, o que resulta em envelhecimento da população, e como consequência o aumento proporcional das doenças crônico-degenerativas (CUMMINGS, 2002).

Segundo o “Portal da Saúde” do Ministério da Saúde, o Brasil possui a quinta maior população idosa do mundo, com cerca de 28 milhões de pessoas com 60 anos ou mais. A proporção de pessoas idosas no País alcançou 13,7% da população geral. Nesse grupo, o que mais expressivamente cresce são os idosos longevos, que vivem 80 anos ou mais. De acordo com as estimativas, em 2030 o número de brasileiros com 60 anos ou mais ultrapassará o de crianças de zero a 14 anos de idade (BRASIL, 2016).

O envelhecimento populacional provoca a necessidade de preparação e adequação dos serviços de saúde, incluindo a formação e capacitação de profissionais para o atendimento desta nova demanda (SIQUEIRA e FACCHINI, 2007).

Com o avançar da idade, os passos se tornam mais curtos e lentos e o tronco tende a se projetar para frente para proporcionar estabilidade, mas em contrapartida pode interferir nas reações automáticas de equilíbrio. “Aproximadamente 1/3 dos idosos morando em casa sofrem uma queda por ano, e cerca de um, em quarenta deles, será hospitalizado” (PAPALÉO NETTO, 2002).

As quedas podem gerar graves consequências físicas e psicológicas, como, por exemplo, lesões, hospitalizações, perda da mobilidade, restrição da atividade, diminuição da capacidade funcional, internação em Instituições de Longa Permanência, e medo de cair novamente, sendo assim, representam a causa principal de morte acidental em pessoas idosas (STUDENSKN; WOLTER, 2002).

Desta forma, este estudo buscou identificar quais os fatores que podem estar relacionados às quedas na população idosa.

2 | METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa transversal, observacional e descritiva, com 60 idosos residentes da cidade de Cruz Alta/RS, onde os participantes (com idade de 60 anos ou mais) foram entrevistados em suas residências em dois bairros da cidade, além de idosos que passavam na região central.

As entrevistas foram realizadas durante o mês de novembro de 2016, com a utilização de um questionário que contemplava informações sociodemográficas e do ambiente doméstico, informações sobre as condições de saúde, como a prática de atividades físicas regulares, histórico de quedas e os motivos, e presença de problemas de locomoção. Os dados foram organizados e analisados em pacote estatístico adequado e os resultados são descritos através de valores percentuais. A pesquisa respeitou as questões éticas de acordo com a Resolução 466/12.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 60 idosos entrevistados, a distribuição foi semelhante entre os sexos (53% feminino e 47% masculino). Observou-se que 18% dos idosos relatam viver sozinhos; 55% realizam atividades domésticas como lavar louça, fazer comida, arrumar a casa; e que 45% não fazem atividades domésticas.

Em nosso estudo 68% relataram não praticar atividade física regularmente, sendo indicado por 20% dos idosos a prática da caminhada como atividade física. Outras atividades citadas com menor frequência foram o as modalidades de treinamento funcional, Pilates, academia e futebol.

É importante salientar que os idosos ativos apresentam menor propensão à queda do que idosos sedentários, pois com o sedentarismo (não prática da atividade física) o idoso tem prejuízo no equilíbrio, além de poder apresentar limitações da força muscular, da mobilidade e da marcha (CARVALHO; PAPALETTO NETTO e GARCIA, 2000).

Na amostra estudada verificou-se 90% dos idosos sem problemas de locomoção, 3% vivem acamados, 3% tem fraqueza muscular, 2% tem prótese de quadril e 2% possuem rigidez muscular.

Quando observados os fatores descritivos das quedas, verificou-se que 13% dos entrevistados apontaram que as quedas ocorreram durante o dia e 12% no período da noite (75% não costumam cair). Quanto aos locais das quedas, 50% aconteceram em casa, 10% na rua, 3% em escadas. Dentre os motivos principais para as quedas se destaca a tontura (48%) como o mais comum.

A queda é descrita como uma dificuldade na capacidade para corrigir o deslocamento do corpo durante certo movimento num determinado local (SIMPSON, 2000). A ocorrência das quedas tem sido considerada um grave problema de saúde pública por causa da sua alta incidência em idosos, e por ser um fator causador de incapacidade e dependência para os idosos (MILOS et al, 2014). Além disso, podem levar a fraturas e até mesmo a mortalidade. Aproximadamente 25% dos idosos caem a cada ano, sendo que 20% das quedas necessitam de atenção médica (OBRIST; ROGAN E HILFIKER, 2016).

Dos fatores extrínsecos, o que mais leva os idosos à queda é a presença de escadas com degraus irregulares e sem faixa antiderrapante no término, o que condiz com Papaléo Netto (2002), onde a maior incidência de queda está relacionada aos fatores extrínsecos (móveis instáveis, escadas, tapetes, carpete, iluminação inadequada, pisos encerados, dentre outros).

Observou-se no estudo que 5% dos idosos já sofreram algum tipo de fratura associado à queda depois dos 65 anos de idade. Outro estudo realizado com idosos da comunidade demonstrou que 28,1% das quedas exigiu hospitalização sendo que 9,4% necessitou de intervenção cirúrgica. As principais fraturas foram de membros superiores e quadril (GUERRA et al, 2016).

A amostra apresentou maior número de mulheres sofrendo quedas quando comparado aos homens. Este fator pode ser apontado pelo fato de que elas possuem uma menor quantidade de massa magra e de força muscular (PERRACINI E RAMOS, 2006), e também pela exposição a fatores extrínsecos causadores de sarcopenia, além da realização de atividades domésticas (FRIED, et al, 2001).

A perda da independência para realizar as AVD's (Atividades de Vida Diária) traz um grande impacto para o idoso após a queda, pois as atividades que antes ele conseguia realizar sozinho e sem dificuldades, após a queda gera uma dependência de seus familiares, que a longo prazo traz mudanças na rotina diária não só do idoso como também na de seus familiares (FABRÍCIO, RODRIGUES E COSTA JÚNIOR, 2004), além de gerar graves consequências físicas e psicológicas ao idoso (STUDENSKN; WOLTER, 2002).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vários são os fatores predisponentes de quedas em idosos, os quais interagem como agentes determinantes na saúde do idoso, fato que impõe aos profissionais de saúde, em especial aos fisioterapeutas, que tem em sua prática o cuidar como fundamento, o grande desafio de identificar os possíveis fatores de risco modificáveis, tais como a conduta do idoso e sua relação com o meio onde vive. Dos idosos entrevistados, a maioria não pratica atividades físicas (68%), fazem atividades domésticas e o principal motivo das quedas foi por tonturas, onde 5% costumam

apresenta-la frequentemente.

A prevenção de quedas deve ser visualizada por todos os profissionais e gestores como mais um desafio na saúde pública, justamente pelos prejuízos e morbidade relacionados e suas implicações para aspectos importantes da saúde da comunidade. Com este estudo foi possível identificar que os idosos pesquisados encontram-se relativamente bem instruídos com relação aos cuidados que devem dispensar a si mesmos, com a sua residência e quando saem na rua, a fim de evitar as quedas.

Sendo assim, é benéfica e necessária uma intervenção dos profissionais de saúde no sentido de manterem a população informada e atenta para possíveis situações de risco, através de programas de prevenção, o autocuidado, e a prática de atividade física. É de responsabilidade também dos gestores manter os espaços públicos favoráveis ao fácil acesso, livres de riscos e adequados às necessidades da população.

REFERÊNCIAS

AIKAWA, A.C.; BRACCIALLI, L.M.P.; PADULA, R.S. **Efeitos das alterações posturais e de equilíbrio estático nas quedas de idosos institucionalizados.** Rev. Ciênc. Méd., Campinas, v.15, n.3, 2006.

ARAGÃO, F.A; NAVARRO, F.M. **Influências do envelhecimento, do tempo de evolução da doença e do estado cognitivo sobre os episódios de quedas, em uma população parkinsoniana.** Rev. Fisioterapia Brasil v.06, n.4, p. 250- 254, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ministério Recomenda: é preciso envelhecer com saúde.** Home Page. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/25924-ministerio-recomenda-e-preciso-envelhecer-com-saude>. Acesso em 21/10/2018.

CARVALHO FILHO, E.T.; PAPALETTO NETTO, M.; GARCIA, Y.M. *Biologia e teorias do envelhecimento.* In: CARVALHO FILHO, E.T.; PAPALETTO NETTO, M. **Geriatría fundamentos, clínica e terapêutica.** São Paulo: Atheneu; 2000.

CUMMINGS, S.R.; MELTON, L.J. **Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures.** Lancet. v.359, n.9319, p.1761-1767, 2002.

CUNHA, J.X.P.; et al. **Autonomia do idoso e suas implicações éticas na assistência de enfermagem.** Saúde em Debate. Rio de Janeiro, v. 36, n. 95, p. 657-664, 2012.

FABRÍCIO, S.C.C; RODRIGUES, R.A.P.; COSTA JUNIOR, M.L. **Quedas acidentais em idosos institucionalizados.** Acta. Paul. Enf., São Paulo, v.15, n.3, p.51-59, 2002.

FRIED, L.P.; et al. **Frailty in older adults: evidence for a phenotype.** J Gerontol A Biol Sci Med Sci v.56 n. 3, p. M146-56, 2001.

GUERRA, H.S.; et al. **Prevalência de quedas em idosos na comunidade.** Saúde e Pesquisa, v. 9, n. 3, p. 547-555, 2017.

MAIA, B.C.; et al. **Consequências das quedas em idosos vivendo na comunidade.** Rev. bras. geriatr. gerontol. Rio de Janeiro, v.14, n.2, p.381-393, 2011.

MILOS, V.; et al. **Fall risk-increasing drugs and falls: a cross-sectional study among elderly**

patients in primary care. Rev BMC Geriatr v.4, n.40, p. 1-7, 2014.

OBRIST, S.; ROGAN, S.; HILFIKER, R. **Development and evaluation of an online fall-risk questionnaire for nonfrail community-dwelling elderly persons: a pilot study.** Rev Current Gerontol Geriat Res v.16, 16 p, 2016.

PAPALÉO NETTO, Matheus. **Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada.** São Paulo: Atheneu, 2002.

PERRACINI, M.R.; RAMOS, L.R. **Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade.** Rev Saúde Pública v.36 n.6, p. 709-16, 2002.

SIMPSON, J.M. Instabilidade Postural e Tendência às Quedas. In: PICKLES, B.; et al. **Fisiologia na 3ª Idade.** 2.ed. São Paulo: Santos, p.197-212, 2000.

SIQUEIRA, F.V.; FACCHINI, L.A. **Prevalência de quedas em idosos e fatores associados.** Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 41, n. 5, p. 749-756, 2007.

TUDENSKN, S.; WOLTER, L. Instabilidade e quedas. In: DUTHIE, E.H.; KATZ, P.R. **Geriatria prática.** 3. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2002.

UNIVERSIDADE VERSUS EDUCAÇÃO BÁSICA: O DIÁLOGO ENTRE PROFESSORES EM FORMAÇÃO E ESTUDANTES QUE PODEM APRENDER SAÚDE

Samuel Santos Braga

Pós-graduando em Biociências e Biodiversidade:
Ecologia e Conservação Ambiental (Lato Sensu) –
Departamento de Educação - Campus X/UNEB.
Teixeira de Freitas - BA

Hermannna Vanesca Viana de Oliveira

Licencianda em Ciências Biológicas –
Departamento de Educação - Campus X/UNEB.
Teixeira de Freitas - BA

Liziane Martins

Doutora em Ensino, Filosofia e História das
Ciências, Professora da Universidade do Estado
da Bahia – UNEB (Departamento de Educação –
Campus X, Teixeira de Freitas/Bahia, Brasil), da
Universidade Federal do Sul da Bahia – UFSB
(Campus Paulo Freire) e Bolsista CAPES.
Teixeira de Freitas - BA

RESUMO: O programa PIBID, ao promover uma aproximação entre Universidade e Escola, possibilita que a interface saúde-educação seja trabalhada no Ensino Básico articulada com o Ensino Superior. Esse estudo analisa três intervenções didáticas realizadas numa escola estadual em Teixeira de Freitas – BA pelo PIBID de Biologia do DEDCX/UNEB, em 2017. Foram efetivadas por meio de aula dialogada, rodas de debate e elaboração de projetos de pesquisa. Verificou-se que a perspectiva de saúde como sendo um tema de interesse predominantemente médico/científico é a que prevalecia. Contudo,

ao longo das intervenções, percebeu-se no discurso dos alunos um olhar mais abrangente sobre saúde. Assim, fica evidente a pertinência das discussões sobre saúde, reconhecendo-a como interdisciplinar e de interesse de todos.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em Saúde; Abordagem Socioecológica; Ensino de Biologia;

ABSTRACT: The PIBID program, by promoting an approximation between the University and School, allows the health-education interface to be developed in Basic Education and articulated with Higher Education. This study analyzed three interventions in a State school in Teixeira de Freitas - BA by DEDCX/UNEB's Biology PIBID, in 2017. Through dialogued classes, debates and elaboration of research projects, it was verified that prevailed a perspective of health as a topic of predominantly scientific and medical interest. However, throughout the interventions, it was noticed that the student's dialogue had an overarching view towards health. Thus, the pertinence over health discussions becomes evident, recognizing it as something interdisciplinary and of general interest.

KEYWORDS: Health Education; Socioecological Approach; Biology Teaching.

1 | INTRODUÇÃO

A interface saúde-educação é uma questão que tem despertado o interesse de pesquisadores de cursos de formação de professores, sobretudo em Ciências Naturais. Dentre eles podemos citar as investigações sobre os fatos nos livros didáticos (LD); a análise feita por Mohr (1994; 2000) sobre os conceitos de saúde encontrados em LD; e a investigação realizada por Martins (2010) em um LD muito usado no Ensino Médio, bem como a falta do componente social no conceito de saúde. Frente a essa realidade de pesquisas que mostram o papel e as limitações dos LD no que tange à saúde, nosso trabalho mostra a potencialidade de outras intervenções educativas, diferente das que têm no livro didático, e que podem nortear a prática pedagógica.

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), ao promover uma aproximação entre Universidade e Escola, possibilita que essa discussão sobre saúde-educação seja trabalhada no Ensino Básico de forma articulada com o Ensino Superior. Esse é um campo fértil, uma vez que os conteúdos de saúde estão entre os que mais têm consequências para as vidas dos estudantes (MARTINS, 2010), além da importância de se desenvolver uma atitude crítica a respeito desta temática. Portanto, a educação enquanto promotora da saúde pode cumprir seu papel na formação de cidadãos responsáveis e que pensem individual e coletivamente.

Nesse contexto, esse estudo visa analisar três intervenções didáticas realizadas por bolsistas do PIBID de Biologia do Departamento de Educação *Campus X* da Universidade do Estado da Bahia – DEDCX/UNEB, numa escola-parceira estadual, localizada em Teixeira de Freitas – Bahia.

2 | ASPECTOS METODOLÓGICOS

As intervenções realizadas discutiram as relações entre saúde-educação por meio dos seguintes instrumentos: aula expositiva dialogada, rodas de debate, elaboração de projetos de pesquisa. A primeira se propôs abordar saúde a partir de um contexto histórico; a segunda trata-se de uma sequência didática acerca dos sistemas do corpo humano, estruturada a partir de Zabala (1998), e a terceira, teve como objetivo a orientação e construção de projetos de pesquisa com vistas à feira de ciências, que foi realizada no segundo semestre de 2017.

Ao discutir a saúde sob o olhar histórico objetivou-se refletir como essa temática foi entendida ao longo do tempo, quais os efeitos de tais compreensões para o desenvolvimento da população humana e do meio ambiente, bem como a importância de contextualizar a saúde sob o viés histórico. A intervenção teve duração de quatro horas/aula e foi efetuada a partir de duas estratégias de ensino: a) exposição dialogada e b) divisão da sala em grupos para realização de debate acerca do tema.

A sequência didática que discutiu os sistemas do corpo humano teve o intuito

de abordar os conhecimentos anatomo-fisiológico, isto é, aqueles que estruturam e regulam o funcionamento do organismo, de modo a relacioná-los aos hábitos de vida tanto na esfera individual quanto coletiva e; evidenciar aspectos relacionados à saúde que ultrapassam o entendimento do binômio saúde-doença. Em outras palavras, significa tratar a temática também a partir de olhares sociais, políticos, culturais, dentre outros. Os temas abordados foram: as relações entre sistemas do corpo humano, saúde e sociedade; rotulagem de alimentos e sistema digestório; sistema renal, qualidade de água e saneamento básico; sistema reprodutor e educação sexual. Teve duração de 05 horas/aula por turma, sendo contempladas as quatro turmas do período noturno da escola. A metodologia utilizada foi aulas expositivas-dialogadas, uso de vídeos e atividades contendo questões acerca dos conteúdos trabalhados.

Por fim, as orientações para elaboração de projetos de pesquisa e a sua supervisão, surgiram com vistas a atender a demanda da feira de ciências escolar – evento que ocorre anualmente. Inicialmente, foi feita uma explicação sobre o que é a ciência, um método para realizá-la e a importância da História e da Filosofia para a construção do saber. Em seguida, a turma foi dividida em grupos e foi solicitado que cada um deles elaborassem um projeto de pesquisa seguindo o roteiro que foi apresentado. Os encontros posteriores foram destinados à discussão da temática escolhida pelo grupo, correção da parte escrita e sugestões para o aprimoramento.

Os alunos que participaram das intervenções acima descritas pertenciam a turmas distintas, a saber: 3º ano do Ensino Médio (Discussão histórica da saúde); Educação de Jovens e Adultos - EJA (Sistemas do corpo humano); e 1º ano do Ensino Médio (Elaboração e orientação de projetos de pesquisa). Os responsáveis pela mediação desse trabalho foram dois bolsistas Iniciação à Docência - PIBID, estudantes do curso de Ciências Biológicas do DEDCX/UNEB, na época do desenvolvimento deste trabalho.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a análise de conhecimentos prévios, realizadas no início de cada intervenção e em cada turma, verificou-se que a perspectiva de saúde como sendo um tema de interesse quase que exclusivamente médico/científico é a que prevalecia. A população, em geral, era vista fora da discussão, tendo participação apenas quando se encontrava doente, ou para evitar ficar nesse estado. Este era um resultado esperado, conforme sugere a literatura, devido ao fato da hegemonia da abordagem biomédica no contexto educativo, sobretudo em livros didáticos (MARTINS, 2016).

Martins (2010), por meio de extensa análise bibliográfica, salienta que essa abordagem apresenta uma série de limitações, como o entendimento de normalidade, doença e enfermidade a partir do funcionamento corpóreo e de padrão estatístico; a medicalização e a mercantilização da saúde; a visão reducionista do indivíduo

como sendo o conjunto de partes corpóreas, dentre outras. Nesse sentido, é uma abordagem que não contempla uma análise social, ética, ambiental etc., como vários autores sugerem (e.g. SAVASTANO, 1980; OLIVEIRA, 2003; LUZ, 2005).

Contudo, ao longo do desenvolvimento das intervenções, bem como das avaliações realizadas, percebeu-se um aumento gradual de envolvimento dos alunos com a temática, de forma a expandir os olhares sobre a saúde. Ainda que de forma incipiente, pode-se perceber no discurso oral e escrito dos alunos um olhar mais abrangente, isto é, elementos da abordagem socioecológica sobre aspectos que envolvem a saúde. Podemos ver isso na fala de Carlos (nome fictício para preservação da identidade do educando):

“[...] eu pensava que era só entender o que causa doença e evitar que resolveria o problema, não sabia que tinha (sic) essas coisas todas, tipo... eu ando de bicicleta né? Ai (sic) to (sic) cuidando do corpo, emagrecer e tal... mas tem os carros que solta fumaça na cara da gente e faz mal pra (sic) saúde. O prefeito podia fazer um lugar só pra andar de bicicleta fora do trânsito...”

Nesse trecho observamos uma percepção de saúde do indivíduo que não depende somente de ações individuais (andar de bicicleta), mas uma integração entre essas e o poder público (construção de ciclovia em locais adequados). Isso mostra fatores que contrapõem a abordagem biomédica (BOORSE, 1975, 1977), trazendo a saúde para um plano que envolve outros aspectos. Nesse cenário, o poder executivo tem a responsabilidade de planejar a infraestrutura da cidade, permitindo melhores condições para promoção de saúde, tanto para quem pratica o ciclismo, quanto para os motoristas, visto que melhora o fluxo de veículos. Portanto, evidencia uma visão de que não se pode isolar a saúde do indivíduo da sociedade, como sendo resultado apenas de ações particulares ou medidas preventivas, pois ele está inserido em um meio mais amplo.

Embora a escolha dos temas para os projetos de pesquisa fosse livre, na sala que ficou sob nossa responsabilidade, todos os grupos elencaram problemas que envolvem a saúde, a exemplos: educação sexual escolar/familiar, uso e efeitos do álcool no organismo e na família, arboviroses etc.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante as experiências aqui relatadas fica evidente a importância de intervenções didáticas alternativas ao uso exclusivo dos LD, tendo em vista as limitações destes como mostram alguns estudos que analisam os LD de Ciências e Biologia. Além disso, esta pesquisa mostra a importância da parceria entre Universidade e Educação Básica, uma vez que há espaços, principalmente em cursos de formação de professores, para uma análise apurada das práticas educativas a serem propostas/executadas nas escolas-parceiras, de modo a potencializar a aprendizagem dos

estudantes envolvidos.

Por fim, com as intervenções educativas executadas evidenciou-se a pertinência das discussões sobre saúde, bem como o reconhecimento desse tema como interdisciplinar e de interesse de todos, e não apenas da biologia e do campo científico.

REFERÊNCIAS

BOORSE, C. On the distinction between disease and illness. **Philosophy and Public Affairs**, v. 5, n. 1, p. 49-68, 1975.

_____. Health as a theoretical concept. **Philosophy of Science**, v. 44, n. 4, p. 542-573, Dec. 1977.

LUZ, M. T. Cultura contemporânea e medicinas alternativas: novos paradigmas em saúde no fim do século XX. **PHYSIS: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, n.15, (suppl.), p. 145-176, 2005

MARTINS, L. **Saúde no contexto educacional**: as abordagens de saúde em um livro didático de biologia do ensino médio largamente usado. 2010. 173f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

_____. **Abordagens da saúde em livros didáticos de biologia**: análise crítica e proposta de mudança. 2016. 158f. Tese (doutorado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

MOHR, A. **A saúde na escola**: análise de livros didáticos de 1ª a 4ª séries. 1994. 70f. Dissertação (mestrado) – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro. 1994

_____. Análise do conteúdo ‘saúde’ em livros didáticos. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2. p.89-106, 2000.

OLIVEIRA, D. N. P. L. “Humanização da saúde: uma proposta antropológica; uma abordagem alternativa”. **Lato & Sensu**, Belém, v. 4, n. 1, p. 3-5, out. 2003.

SAVASTANO, H. Abordagem do binômio saúde-doença e do conceito de personalidade no ecossistema. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 14, p. 137-142, 1980.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

AVALIAÇÃO CLÍNICA EM SERPENTES CATIVAS NO CENTRO DE REABILITAÇÃO DE VIDA SILVESTRE EM GUADALAJARA, JALISCO – MÉXICO

Marina Gonçalves Lima

Universidade Católica Dom Bosco, Médica
Veterinária
Campo Grande- MS

Fernanda de Cássia Gonçalves Alves

Universidade Católica Dom Bosco, Mestranda em
Biotecnologia
Campo Grande- MS

Luiz Humberto Guimarães Riquelme Junior

Universidade Católica Dom Bosco, Mestrando em
Biotecnologia
Campo Grande- MS

Daniely Ayabe Curcio

Universidade Católica Dom Bosco, Acadêmica de
Medicina Veterinária
Campo Grande- MS

Magyda Arabia Araji Dahroug Moussa

Universidade Católica Dom Bosco, Discente do
curso de Medicina Veterinária
Campo Grande- MS

Paula Helena Santa Rita

Universidade Católica Dom Bosco, Coordenadora
do Biotério UCDB e Discente do curso de
Medicina Veterinária e Zootecnia
Campo Grande- MS

RESUMO: A frequência com que animais selvagens vem chegando para o atendimento em clínicas teve um aumento na última década, o que também proporcionou um

maior desenvolvimento de trabalhos, projetos, acompanhamento de sanidade de animais de zoológico, de centro de reabilitações, entre outros. Elaborar projetos sobre o manejo e sanidade dos animais silvestres, publicar achados clínicos e tratamentos, descrições de patologias, parasitologia, padrões de hematologia, anatomia, fisiologia da reprodução, estabelecimento de padrões de constantes fisiológicas. O presente trabalho tem como objetivo relatar casos clínicos em diferentes espécies de serpentes acompanhados de Fevereiro a Junho de 2017, no Zoológico de Villa Fantasia e no centro de reabilitação de animais silvestres em Guadalajara – México. Foram avaliados e acompanhados quatro casos clínicos durante esse período, o qual o animal passou por uma avaliação clínica inicial e após o estabelecimento de um diagnóstico o animal entra em uma rotina de tratamento. Dos quatro casos clínicos, três animais vieram a óbito e em um foi realizada eutanásia, foi obtido sucesso nos protocolos de tratamento, mas não foi obtido sucesso no ganho de peso desses animais em cativeiro, por possível “síndrome da má adaptação” dos mesmos. A estrutura do cativeiro física e o estabelecimento de uma rotina, está diretamente ligada ao sucesso ou insucesso da produção, manutenção e sanidade dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: Sanidade; reabilitação;

zoológico.

ABSTRACT: The frequency with which wild animals are coming to clinic attendance has increased in the last decade, which has also led to greater development of work, projects, follow-up of zoo animal health, rehabilitation center, among others. To elaborate projects on the management and sanity of wild animals, publish clinical findings and treatments, descriptions of pathologies, parasitology, hematology patterns, anatomy, reproduction physiology, establishment of physiological constants patterns. The present work aims to report clinical cases in different species of snakes accompanied from February to June 2017, at the Zoo of Villa Fantasía and at the rehab center for wild animals in Guadalajara - Mexico. Four clinical cases were evaluated and monitored during this period, in which the animal underwent an initial clinical evaluation and after establishing a diagnosis the animal enters a routine of treatment. Of the four clinical cases, three animals died and one was euthanized, success was obtained in the treatment protocols, but there was no success in gaining weight of these animals in captivity, due to possible “maladaptation syndrome”. The structure of physical captivity and the establishment of a routine are directly linked to the success or failure of the production, maintenance and sanity of the animals.

KEYWORDS: Sanity; rehabilitation; Zoo.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o comércio de animais não domésticos como pet vem crescendo diariamente. Os cães e os gatos estão sendo trocados por novos animais de estimação representados pelo grupo dos animais selvagens mamíferos, aves, répteis, peixes (WERTHER, 2015). Levando em consideração apenas o tráfico de animais silvestres no Brasil, é estimado que cerca de 38 milhões de exemplares sejam removidos anualmente da natureza e que aproximadamente quatro milhões destinados ao comércio. Baseado em dados sobre animais capturados e o seu preço, estima-se que, no Brasil, esse comércio movimentava cerca de US\$ 2,5 bilhões/ano. (RENCTAS, 2011).

Os répteis tem uma distribuição geográfica muito ampla, a biodiversidade e adaptação ao meio, representa um elevado grau de especialização. O qual constituem um grupo de difícil amostragem (principalmente as serpentes), o que demanda tempo e altos custos para a realização de inventários completos da herpetofauna regional (DI-BERNARDO *et. al*, 2003). Os modelos de distribuição geográfica são importantes para aplicações em ecologia e conservação, como para análise de padrões de distribuição de espécies invasoras, dos impactos de mudanças climáticas e de padrões espaciais de diversidade de espécies (GRAHAM *et. al*, 2004)

As serpentes são cosmopolitas, ocupando todas as regiões biogeográficas,

menos áreas próximas a Antártida, Islândia e Groelândia, também ocupam várias ilhas continentais e oceânicas. Existem 2 espécies que chegam de forma marginal ao círculo polar ártico *Thamnophis sirtalis* na América e *Vipera berus* na Eurásia. Nas serpentes os limites de distribuição estão marcados pela família Colubridae na América do Norte e Viperidae na Europa. No limite Austral pelas famílias Elapidae, Colubridae, Typhlopidae e Viperidae no Sul da África; Elapidae na Austrália e Colubridae, Viperidae e Elapidae na América do Sul. Se reconhecem aproximadamente 3 442 espécies (UETZ, 2013).

Hoje, dez anos após a publicação da primeira versão da Lista (Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2005), a fauna reptiliana brasileira teve um acréscimo de 140 espécies (22%), resultado da descrição de novos táxons e revalidação de outros, especialmente dentro de Squamata. Com relação ao ano de 2014 (COSTA E BÉRNILS, 2014), o aumento foi de 13 espécies e 11 táxons (espécies + subespécies) (algumas subespécies foram elevadas a espécies plenas). Após o levantamento mais recente feito em 2015 pela SBH o país conta com 773 espécies de répteis, sendo 36 testudines, 6 crocodylia, e 731 squamata sendo eles 73 anfisbenas, 266 “lagartos” e 392 serpentes. (UETZ E HOŠEK, 2015).

No México se estima que, até outubro de 2013, existiam 847 espécies de répteis, descritas em 159 gêneros e 40 famílias que representam o 8,7% dos répteis do mundo. Das 864 espécies, 417 são lagartos, 393 serpentes, 48 testudines, 3 anfisbenas e 3 crocodilos (FLORES-VILLELA E GARCÍA-VÁZQUEZ, 2014). Esses dados colocam o Brasil como o país detentor da terceira maior riqueza de espécies de répteis do mundo, atrás da Austrália (1022) e do México (913) (UETZ E HOŠEK, 2015).

Considerando a variedade de espécies e a importância da integridade do habitat natural a apreensão de fauna sempre deveria estar associada à destinação e reabilitação criteriosa dos animais, realizada considerando-se principalmente conceitos de conservação de fauna e ecossistemas. Trabalhar com reabilitação de fauna silvestre requer conhecimento indispensável de biologia e medicina veterinária.

Em geral, não existe um único método para reabilitar uma espécie, pode haver mais de reescrever uma forma de fazê-la, mas, ainda quando uma metodologia funciona bem é difícil demonstra ou aplicar como regra universal. As causas que originam a reabilitação de fauna: coleta e armadilhas ilegais; acidentes de caça; vandalismo; enfermidades; mudanças climáticas; liberação inadequada; ataques de animais domésticos; ataques de predadores naturais; acidentes em rodovias; intoxicação; queimadura por choques elétricos; entrega voluntária de animais adotados ou comprados como mascote; animais nascidos em cativeiro (APRILE e BERTONATTI, 1996).

Em cativeiro a manutenção de serpentes peçonhentas envolve uma estrutura e funcionamento relativamente complexos e diferenciados, mão de obra qualificada e programas permanentes de vigilância, revisão e aperfeiçoamento do sistema. Muito diferente, portanto, da criação de uns poucos animais de exposição ou de estimação. O primeiro serpentário do Brasil, com essa finalidade específica, foi provavelmente

iniciado com o Instituto Butantan, em São Paulo, em 1901, pela necessidade de se obter venenos para a produção dos primeiros soros antiofídicos das Américas. No começo, as serpentes eram mantidas em compartimentos de alvenaria com tampas na parte de cima (BRAZIL, 1905).

São possíveis dois tipos principais de serpentários, um semi-extensivo, onde os ofídios são mantidos em parques coletivos, manejados em áreas abertas limitadas, e um intensivo, onde os animais ficam confinados em caixas individuais. Ambos os tipos apresentam vantagens e desvantagens, e a opção por um ou outro dependerá de diversos fatores relacionados aos objetivos da criação, sua localização geográfica, dentre outros. (MELGAREJO-GIMÉNEZ, 2002)

Na semiologia de répteis deve-se iniciar o exame semiológico com a anamnese, passar pela inspeção de recinto, inspeção do animal (a distância e contido) e, por último, técnicas de palpação e exames complementares como radiografias, endoscopias, exame de sangue, fezes, urina, punção biopsia aspirativa, entre outras opções. (WERTHER, 2015)

Na hora de realizar a avaliação clínica de um réptil podemos dividi-la em duas fases: avaliação antes da manipulação e avaliar a sua capacidade de alerta, respiração, locomoção, estado geral do animal, coloração e mudanças, nessa fase é importante ter em conta as informações fornecidas pelo tutor. Na segunda fase se aplica o método de contenção física e farmacológico, permitindo a coleta de dados como temperatura, pulso, respiração, exploração de mucosas, e peso do animal, estado geral, hidratação, tegumento e musculo esquelético. Se realiza uma exploração completa do animal mediante auscultação, palpação, transiluminação. (CARRIÓN, 2017)

No conhecimento geral do cuidado e medicina aplicada em reptéis, existe um enfoque diferente a clínica que se realiza com as pequenas espécies de animais domésticos. No caso dos centros de recepção e reabilitação de fauna silvestre é muito importante adquirir esse conhecimento, pois permite estimar melhor qual será o futuro de um réptil que chega a essas instalações. Os processos patológicos e enfermidades nos reptéis, qualquer uma que seja o tipo, se expressam por uma inadequada alimentação e falha de alojamento, especialmente quando existe o mesmo nível de temperatura e umidade igual para espécies diferentes, cada espécie deve ser mantida em um recinto com as devida temperatura e umidade padrão pelo fato de cada grupo ter exigências diferentes para alcançar o equilíbrio homeostático. (JARAMILLO, 2017)

A maioria dos procedimentos de rotina clínica, como colheita de amostras sanguíneas, radiografias e o exame físico é desenvolvido sem anestesia na maioria dos reptéis. É necessário usar medidas de proteção no caso de serpentes, é aconselhável utilizar um material de tela para não lacerar a pele, como uma toalha ou tela de algodão (JARAMILLO, 2017). Para os ofídios quando colocados em um local escuro minutos antes do manejo, pode ajudar na redução no nível de agressividade do animal (CARRIÓN, 2017).

Elaborar projetos sobre o manejo e sanidade dos animais silvestres, publicar

achados clínicos e tratamentos, descrição de patologias, parasitologia, padrões de hematologia, anatomia, fisiologia da reprodução, estabelecimento de padrões de constantes fisiológicas, entre outros, são trabalhos elaborados e executados por médicos veterinários, capacitados para realizar tais procedimentos (JARAMILLO, 2017).

2 | OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é relatar casos clínicos acompanhados de Fevereiro a Junho de 2017, no Zoológico de Villa Fantasia e no centro de reabilitação de vida silvestre em Guadalajara – México.

3 | MATERIAL E METODOS

O estudo foi conduzido em dois locais dentro de um período de 5 meses de Fevereiro a Junho. O Zoológico de Villa Fantasia (Figura 1), onde recebem todas as espécies de animais silvestres e os mesmos são encaminhados a um Centro de Reabilitação de Animais Silvestres (Figura 2). Ainda no zoológico os animais passam por um processo de avaliação clínica visual, e preenchimento de termo de doação do tutor que entregou o animal ao zoológico, após esses procedimentos os animais são encaminhados ao centro de reabilitação de animais silvestres localizado a aproximadamente 8km do Zoológico de Villa Fantasia (Figura 3), onde são recebidos, passam por uma triagem de identificação e avaliação clínica visual, quando necessário, protocolos de tratamento e reintrodução desses animais na natureza, nesse estabelecimento não é realizado o período de quarentena por uma debilidade de estrutura física e falta de recursos.



Figura 1: Zoológico de Villa Fantasia.

Fonte: Google maps.



Figura 2: Centro de Reabilitação de Animais Silvestres.

Fonte: Google maps.

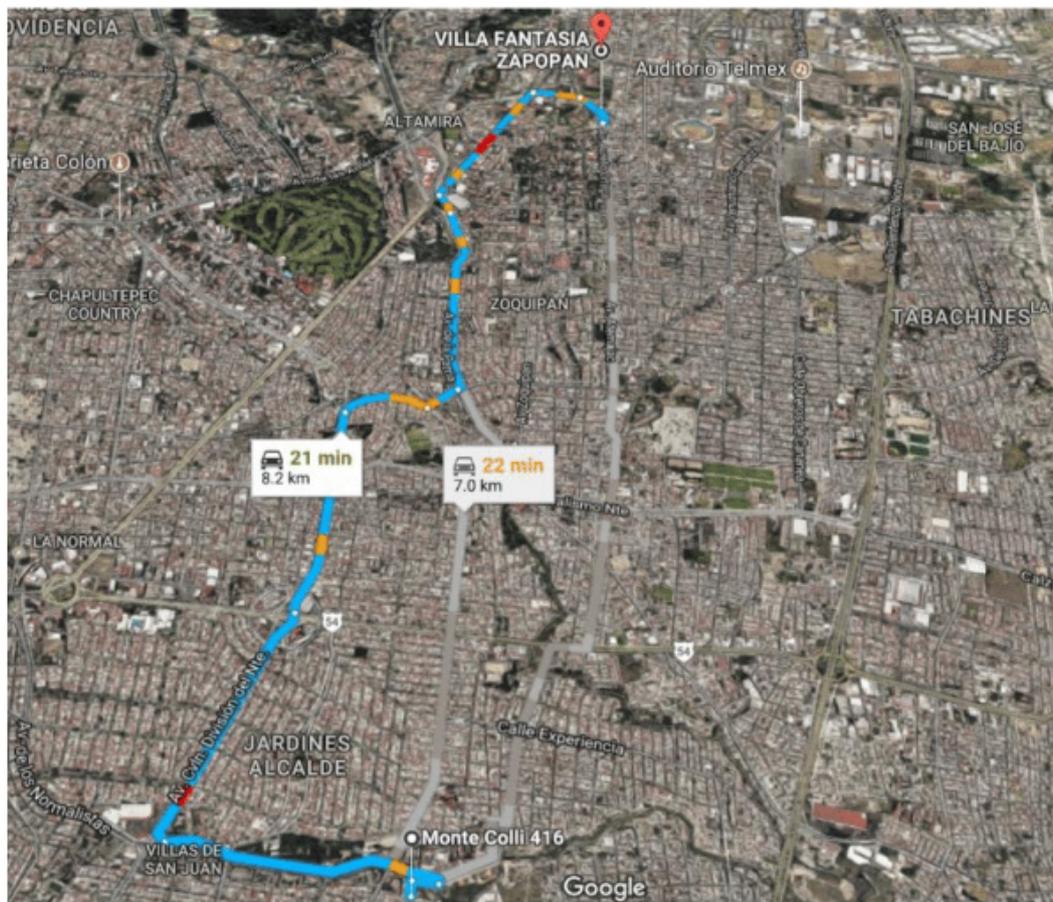


Figura 3: Distância entre o Zoológico de Villa Fantasia e Centro de Reabilitação de Animais Silvestres.

Fonte: Google maps.

O centro de reabilitação de animais silvestres foi o segundo local de condução do estudo. Local onde era realizado imediatamente após a chegada dos animais uma biometria, identificação e alojamento dos mesmos em quarentena, nesse local também

eram recebidos animais de todas as espécies. O centro de reabilitação fica localizado na cidade de Guadalajara e o Zoológico no centro de Zapopan ambos localizados no estado de Jalisco que é a segunda cidade mais povoada do México e a decima da América Latina.

Em 5 meses foram recebidas um total de 62 serpentes dentre essas os gêneros e espécies mais comuns eram: *Masticophis flagellum*, *Crotalus basiliscus*, *Boa Constrictor*, *Pituophis deppei deppei*, *Python regius*, *Pseudotomodon trigonatus*, *Drymarchon corais* conhecidas respectivamente como: Chirrioreira, Cascavél, Boa, Alicante, Píton bola, Ojo de gato e Tilcate. Das 62 serpentes recebidas foram acompanhados e descritos 4 casos clínicos. Os animais vivem em uma sala de tamanho 4x4, em caixas de plástico com travas, cativeiro intensivo.

No centro de reabilitação, foi realizada a implantação de uma nova rotina semanal das serpentes, sendo ela: recepção e registro dos novos animais, desinfecção e troca de substrato das caixas, alimentação (Figura 1), avaliação clínica visual e tratamentos.



Figura 1: Alimentação de *Crotalus basiliscus*.

Fonte Marina Lima

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Animal	<i>Crotalus basiliscus</i>	O animal apresentava-se anorético e com disecdise. A pele acumulada encontrava-se queratinizada. Foi realizada a contenção do animal e a remoção da pele com o auxílio de água morna e uma pinça anatômica cirúrgica, uso tópico de Nanogel® nos locais de ferida, e alimentação forçada via sonda com água de coco e ração pastosa hipercalórica para cães. Foram feitos banhos de sol 2 vezes por semana. Após 22 dias o animal veio a óbito.
Faixa etária	Adulto	
Sexo	Fêmea	
Comprimento total	147cm	
Comprimento de cauda	8 cm	
Peso	260g	

Tabela 1: O primeiro caso clínico (Figuras 4, 5, 6 e 7):



Figura 5: Remoção manual de pele de *Crotalus basiliscus*.

Fonte Marina Lima



Figura 4: Alimentação forçada de *Crotalus basiliscus*.

Fonte Marina Lima



Figura 6: Aplicação tópica de Nanogel® em *Crotalus basiliscus*.

Fonte Marina Lima



Figura 7: Remoção manual de pele em *Crotalus basiliscus*.

Fonte Marina Lima

Animal	<i>Crotalus basiliscus</i>	O animal apresentava-se anoréxico, com disecidise, lesão traumática no focinho e cabeça edemaciada. Lesões possivelmente desenvolvidas por excessivo estresse causado em cativeiro. A disecidise foi tratada com banhos fitoterápicos em água morna com camomila, banho de sol 2 vezes por semana. Após 31 dias o animal veio a óbito.
Faixa etária	Adulto	
Sexo	Fêmea	
Comprimento total	129 cm	
Comprimento de cauda	7 cm	
Peso	230g	

Tabela 2. O segundo caso clínico (Figura 8 e 9):



Figura 8: Lesão no focinho e edema fácil em *Crotalus basiliscus*.

Fonte: Marina Lima



Figura 9: Necrópsia em *Crotalus basiliscus*.

Fonte: Marina Lima

Animal	<i>Pituophis deppei deppei</i>	O animal apresentava-se com dermatite úmida. Foi feito tratamento com banho de sol 2 vezes por semana. No período de tratamento o animal fez a postura de seis ovos e veio a óbito.
Faixa etária	Adulto	
Sexo	Fêmea	
Comprimento total	145 cm	
Comprimento de cauda	8 cm	
Peso	320 g	

Tabela 3. O terceiro caso clínico (Figuras: 10, 11, 12 e 13):



Figura 10: Face ventral em Necropsia de *Pituophis deppei deppei*.

Fonte: Marina Lima



Figura 11: Face dorsal em Necropsia de *Pituophis deppei deppei*.

Fonte: Marina Lima



Figura 12: Retenção de ovos em *Pituophis deppei deppei*.

Fonte: Marina Lima



Figura 13: Alteração macroscópica na coloração do Rim de *Pituophis deppei deppei*.

Fonte: Marina Lima

Animal	<i>Pituophis deppei deppei</i>	O animal foi agredido e chegou ao zoológico com fratura exposta e evisceração no segundo terço do corpo. Foi feita a avaliação clínica visual e física, onde foi observado que a partir da lesão o animal não tinha sensibilidade. O animal foi eutanasiado após a avaliação clínica. A eutanásia foi realizada com o uso de Pentobarbital sódico (100mg/kg de peso corporal) pela via de administração intra-cardíaca.
Faixa etária	Adulto	
Sexo	Macho	
Comprimento total	121 cm	
Comprimento de cauda	11 cm	
Peso	198 g	

Tabela 4. O quarto caso clínico (Figura 14):

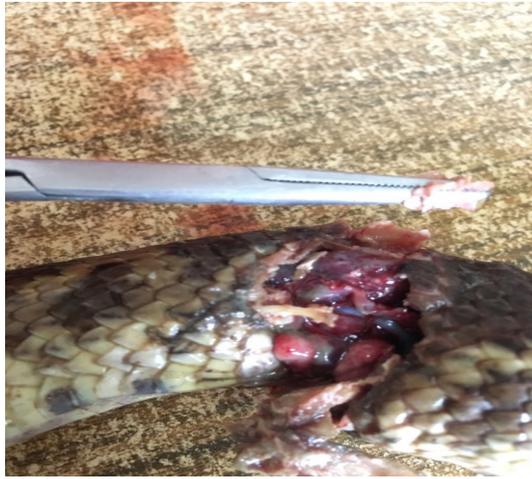


Figura 14: Fratura e exposição de vísceras em *Pituophis deppei deppei*.

Fonte: Marina Lima

Dos quatro casos clínicos acompanhados, três animais vieram a óbito e em um animal foi realizada eutanásia.

O setor de triagem em criadouros tem como objetivos realizar a investigação das condições físicas dos animais, providenciar adequado tratamento veterinário inicial e orientar o destino dado para cada indivíduo (DRAPPER, 1981).

A quarentena tem o propósito de possibilitar a detecção dos animais que podem apresentar doenças com período de incubação curto, e sinais clínicos de doenças que apresentam períodos longos de incubação. (Stephen J, Hernandez-Divers, 2001). O período mínimo de quarentena recomendado para répteis é de 90 dias (IVESON *et. al*, 1969). Devido à natureza ectotérmica das serpentes, alguns agentes patogênicos podem se desenvolver e se manifestar após um ano da entrada no serpentário (NICHOLS *et. al*, 1999). Alguns autores recomendam um período de 180 dias devido à alta prevalência de doenças virais (MAVRIDIS *et. al*, 1993).

Durante o período de quarentena, medidas profiláticas devem ser protocoladas e instituídas, como exames coproparasitológicos para identificação de *Salmonella sp*, *Cryptosporidi um sp*, *Amoeba s p*, exames hematológicos, sorologia para *Paramixovirus sp*, e controle de ectoparasitas com acaricida (IVESON *et. al*, 1969). Além disso, todos os animais recém incluídos no quarentenário devem possuir acompanhamento na frequência de alimentação, ganho de peso e trocas de pele. Não existiam protocolos para os animais recém chegados no centro de reabilitação assim como colheita de material biológico, ao contrario do Zoológico que já possuíam todo um protocolo pré-estabelecido para esse manejo.

Não existe período de quarentena no centro de reabilitação, uma vez que o animal chega, passa por uma triagem básica de identificação e análise clínica visual, e é alojado juntamente com os outros animais já cativos. Não são executadas medidas profiláticas ou exames complementares para estabelecer o padrão de sanidade desse animal. Não é feito o acompanhamento de desenvolvimento e ganho de peso dos animais, tampouco estabelecido uma frequência e rotina de alimentação.

A alta mortalidade encontrada nos serpentários é apontada por alguns autores, como síndrome da má adaptação em cativeiro. Essa síndrome é descrita como uma enfermidade que aflige serpentes cativas, devido ao estresse prolongado decorrente fatores como: ambiente de cativeiro, recusa de alimentação entre outros. Os tecidos tendem a perder a integridade e o animal fica susceptível a diversas enfermidades (CHEATWOOD *et. al*, 2003). O centro de reabilitação possui uma média de mortalidade de três animais por semana, sugere-se que seja pela alta taxa de mortalidade descrita pelo autor, por todos os animais serem recém chegados.

O número de serpentes por sala no presente estudo chegou a ultrapassar de 80 animais para 52 caixas, empilhadas e mantidas em uma bancada, no chão e em uma prateleira. O instituto Vital Brasil ocupa de 80 a 100 serpentes por sala, mas todas alojadas em estantes (COSTA *et al*, 2005). Leloup em 1973, recomenda o máximo de 50 serpentes por sala afim de evitar doenças transmissíveis. É recomendável, portanto, a diminuição do número de serpentes por sala, a aquisição de novas caixas compatíveis com o número de serpentes e novas prateleiras.

As caixas utilizadas no serpentário intensivo devem ser construídas com material resistente, com amplo acesso, de fácil desinfecção e sistema de fechamento eficiente, o material recomendado é o polipropileno (VISSIENNON *et al*, 1999). No cativeiro intensivo, um substrato apropriado forrando o piso da caixa da serpente é extremamente importante para o conforto do animal (REDDACLIFF *et al*, 1993). A finalidade do substrato é manter a umidade, proporcionar suporte físico e segurança psicológica ao animal (DRAPPER *et. al*, 1981)

As caixas de serpente do centro de reabilitação não possuíam os requisitos básicos para o acondicionamento de serpentes, eram de plástico frágil, a tampa era selada com fita adesiva, não possuía orifícios para entrada e saída de ar, o substrato utilizado eram folhas de periódicos o que é prejudicial ao animal pois além de não oferecer uma superfície de atrito ideal para auxiliar o animal na troca de pele, o material mantém o ambiente mais úmido.

Para criar ou manter em cativeiro animais como serpentes, é necessário que a infraestrutura do recinto esteja direcionada as necessidades básicas dos animais. Segundo Melgarejo, a área física de um serpentário deve apresentar algumas características indispensáveis para permitir tanto o conforto dos animais quanto a segurança da equipe de tratadores. A área física ideal depende do tipo de regime do cativeiro adotado e do número de animais a serem criados.

A temperatura e a umidade são os principais fatores que podem influenciar na capacidade das serpentes se adaptarem ao ambiente do cativeiro (DRAPPER *et. al*, 1981). Níveis de temperatura e umidade inadequados podem proporcionar o surgimento de inúmeras doenças, diminuindo dessa maneira, a sobrevivência dos animais nos serpentários (JORGE *et. al*, 1990).

As serpentes são animais ectotérmicos, dependendo, portanto, de fonte de calor externo para regular funções como alimentação, assimilação de nutrientes e reprodução

(DRAPPER *et. al*, 1981). Temperaturas abaixo de 25° C não são recomendáveis, pois podem causar stress fisiológico, podendo alterar a digestão e o apetite, além de causar problemas respiratórios e imunossupressão (PARÉ J.A., JACOBSON E., 2007).

A maioria dos animais do centro de reabilitação apresentavam-se com dissecidise persistente; anorexia; desidratação; edema facial por se golpearem contra a caixa; dermatite úmida; estresse excessivo durante o manejo.

Segundo Jaramillo 2017, os processos patológicos e enfermidades nos reptéis, qualquer uma que seja o tipo, se expressam por uma inadequada alimentação e falha de alojamento, especialmente quando existe o mesmo nível de temperatura e umidade igual para espécies diferentes. Manter várias espécies em um mesmo ambiente, com uma mesma temperatura e umidade desfavorece no desenvolvimento e adaptação do animal ao cativeiro, pois cada um desses animais vivem em um ambiente diferente, com temperaturas e umidade relativa diferentes, respeitando a sua devida necessidade, para alcançarem o equilíbrio homeostático.

5 | CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas, foi possível concluir que o cativeiro deve ser construído e adaptado conforme a exigência de cada espécie. Os exames complementares são importantes para a verificação de sanidade dos animais recém chegados. É de extrema importância a implantação de uma rotina de limpeza, alimentação, acompanhamento de desenvolvimento dos animais e capacitação dos manejadores. O período de quarentena deve ser respeitado, pois existem patologias de período de incubação curto e longo, podendo comprometer todo o plantel de animais. É de suma importância ter os equipamentos de proteção individuais, tanto para a segurança do animal quanto para a segurança do manejador. A estrutura do cativeiro física e o estabelecimento de uma rotina, está diretamente ligada ao sucesso ou insucesso da produção, manutenção e sanidade dos animais.

REFERENCIA

APRILE, GUSTAVO; BERTONATTI, CLAUDIO. **Manual sobre Rehabilitación de Fauna Proyecto Rehabilitación de Fauna del Programa Control del Comercio de Vida Silvestre** – 1996. Acessado em 16/06/2017. [http://www.cuentaregresiva.educ.ar/interactivo/archivos/manual_rehabilitacion_bertonatti_aprile.pdf]

BRAZIL, V. **Contribution à l'Etude de l'Intoxication d'origine Ophidienne**. Paris: A. Maloine ed., 1905.

CARRIÓN, BEATRIZ ÁLVAREZ. **Exploración clínica de reptiles** - C/Oñate 7, 28020 Madrid. Acessado em 23 de Junho de 2017. Endereço eletrônico [http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/centroveterinario/27/cv_27_Exploracion_reptiles.pdf].

COSTA, H.C. E R.S. BÉRNILS. 2014. **Répteis brasileiros: Lista de espécies**. Herpetologia Brasileira 3(3):74-84.

COSTA ACOR, ALMEIDA -SANTOS SM, GERMANO J V, OLIVEIRA L, SCARTOZZONI RR, SALOMÃO MG. **Manutenção de serpentes em cativeiro no Instituto Butantan: I. A longevidade dos gêneros Bothrops, Crotalus e Lachesis.** Publ Avul Inst Pau Brasil. 2005; 8:63-9.

CHEATWOOD JL, JACOBSON ER, MAY PG, FARRELL TM. **An outbreak of ungal dermatitis and stomatitis in a wild population of pigmy rattlesnakes, Sistrurus miliarius barbouri, in Volusia County, Florida.** J Wildl Dis. 2003; 39: 329–37.

DI- BERNARDO, M., BORGES-MARTINS, M. & OLIVEIRA, R.B. (2003). **Répteis. Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul** (ed. By Fontana C.S., Bencke G.A. & Reis, R.) Edipucrs, Porto Alegre.

DRAPPER CS, WALKER RD, LAWLER HE. **Patterns of oral bacterial infection in captive snakes.** J Am Vet Med Assoc. 1981;179:1223 -6.

FLORES-VILLELA, OSCAR Y GARCÍA-VÁZQUEZ, URI OMAR. **Biodiversidad de reptiles en México - Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467-S475, 2014.** Acessado em 23 de Junho de 2017. Endereço eletrônico: [http://sociedadherpetologicamexicana.org.mx/wp-content/uploads/2015/06/55.-_16101.pdf]

GRAHAM, C.H.S. FERRIER, HUETTMAN, F., MORITZ, C. & PETERSON, A.T. (2004). **New developments in museum-based informatics and applications in Biodiversity analysis, Trends in Ecology Evolution** 19 (9), 497-503.

IVESON JB, MACKAY-SC OLLAY EM, BAMFORD V. **Salmonella and Arizonae in reptiles and man in Western Australia.** J Hy g (London). 1969;67(Suppl 1):135-45.

JARAMILLO, ENRIQUE YARTO. **Cuidados críticos y urgencias más comunes en reptiles - 2017.** Instituto Mexicano de Fauna Silvestre y Animales de Compañía (IMFAC, S.C). Acessado em 23 de Junho de 2017 [http://laveccs.org/resumenes/LAVECCS2017Cuidados%20cr%C3%ADticos_y_urgencias_m%C3%A1s_comunes_en_reptiles.pdf].

JORGE T, MENDONÇA J S, RIBEIRO LA, SILVA ML, KUSANO EJ, CODEIRO CL. **Bacterial flora of the oral cavity, fangs and venoms of Bothrops jararaca: possible source of infection at the site of bite.** Rev Inst Med Trop Sao Paulo. 1990;32(1):6 -10.

LELOUP P. **Essais de rationalisation dans le maintien des serpentariums à but industriel.** Acta Tropica. 1973;30:281-311.

MAVRIDIS SC, HIPOLITO M, BALDASSI L, MOULINI AAP, CALIL EMB, BARBOSA M.L. **Estudo da microbiota aeróbica de serpentes, Bothrops sp. (Serpentes, Viperidae), recém capturadas.** Mem Inst Butantan. 1993;55(Suppl 2): 59-94.

MELGAREJO-GIMÉNEZ, ANÍBAL RAFAEL. **Criação e manejo de serpentes.** 2002. Acessado em 16/06/2017. [<http://books.scielo.org/id/sfwjtj/pdf/andrade-9788575413869-25.pdf>].

NICHOLS DK, ROBIN SW, LAMIRANDE EW, SIGLER L, MAS ON R T. **Fatal mycotic dermatitis in captive brown tree snake (Boiga irregularis).** J Zoo Wildl Med. 1999;30(1):111-8.

PARÉ J A, JACOBSON E. **Mycotic diseases of reptiles.** In: Jacobson E, editor. Infectious diseases and pathology of reptiles: color atlas and text. Florida: CRC Press; 2007. p.527-70.

REDDACLIFF GL, CUNNINGHAM M, HARTLEY W J. **Systemic infection with a yeast-like organism in captive banded rock rattlesnakes (Crotalus lepidus klauberi).** J Wildl Dis. 1993; 29(1):145-9.

RENTAS (Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres). **1º Relatório Nacional**

sobre o Tráfico de Fauna Silvestre. 2011. Disponível em: Acesso em: 15 Agosto. 2017.

RODRIGUES, Y.T. and RODRIGUES, P.P.B. **Semiologia Pediátrica.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 2ed.

STEPHEN J, H ERNANDEZ-DIVERS. **Pulmonary candidiasis caused by *Candida albicans* in a greek tortoise (*Testudo graeca*) and treatment with intrapulmonary amphotericin B.** J Zoo Wildl Med. 2001;32(3):352–9.

UETZ, P. E J. HOŠEK (Eds.). **The Reptile Database.** Acessado em 23 de Junho de 2017. Endereço eletrônico [www.reptile-database.org]

UETZ, P. 2013. **The reptile data base.** <http://www.reptile-database.org/>; última consulta: 01de junho 2017.

VISSIENNON T, SCHUPPEL KF, ULLRICH E, KUIJPERS AFA. **Case report. A disseminated infection due to *Chrysosporium queenslandicum* in a garter snake (*Thamnophis*).** Mycoses. 1999;42:107-10.

SMART CEMETERY (NECROPOLIS) PARA SMART CITY

Josilaine Aparecida da Silva

Acadêmicas da licenciatura em Biologia, Centro
Universitário Teresa D'Ávila – UNIFATEA
josilainesilva.js@gmail.com

Thais Cristina Silva Ferreira

Acadêmicas da licenciatura em Biologia, Centro
Universitário Teresa D'Ávila – UNIFATEA
thaiscsferreira96@gmail.com

Paulo Sergio de Sena

Docente da Licenciatura em Biologia e Programa
Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e
Inovação do Centro Universitário Teresa D'Ávila
UNIFATEA, Lorena, São Paulo
pssena@gmail.com

RESUMO: O conceito de Smart City passa pelo diálogo com a urbanidade tecnológica, objetivando melhor usabilidade estratégica das estruturas, serviços, informações e comunicação urbanas, resultando numa melhor qualidade de vida. Dentre os vários elementos urbanos, os cemitérios são estrutura e serviço que necessitam tornar-se “smart”, isto é, numa leitura ambiental, gerar menor custo ao ambiente da cidade. Neste trabalho foram avaliados cemitérios tradicionais das cidades de Guaratinguetá, Lorena e Cachoeira Paulista, Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte de São Paulo, quanto à localização, mobilidade interna, integridade do solo e das

sepulturas e seus riscos para o entorno urbano. Os resultados, por vezes, apresentaram problemas na estrutura, mobilidade e possível contaminação local, demandando algumas propostas de correção dos riscos para transforma o cemitério em Smart cemetery (necropolis) para smart city.

PALAVRAS CHAVES: Smart City, Smart cemetery.

ABSTRACT : The concept of Smart City searches for technologies which enable better infrastructure strategies, services, information and communication to reach a better quality of life. Of the various urban elements, the cemetery is one that needs to become “smart” and lower the environmental cost for the city. In this paper, we evaluated the traditional Cemeterys in Guaratinguetá, Lorena and Caçhoeira Paulista SP for its location, internal mobility, soil and grave integrity to assess its risks to the urban environment. The results showed that it has uneven tomb distribution and internal mobility problems; however, it has good soil and grave integrity and is well preserved in its external environment. Given these results, it is becoming a model of Smart Cemetery to Smart City.

KEYWORDS: Smart City, Smart cemetery.

1 | INTRODUÇÃO

O termo cidade pode ser entendido como uma estrutura geográfica na qual se vive e trabalha, assim como uma entidade administrativa, ou como uma estrutura social e comunitária. Nela diferentes sistemas interagem, na busca do equilíbrio urbano em meio a conflitos de poder e de relações. Em função dessas concepções de cidade que surge uma proposta denominada cidades sustentáveis ou inteligentes. (WESTPHAL,2000)

Nos anos 1990 o debate sobre novas tecnologias de informação e comunicação se tornaram presentes trazendo um novo conceito de “cidades inteligentes” que visava dotar o espaço de uma infraestrutura digital eficiente como forma de estímulo para o crescimento das estruturas de governo, empresas, comércios, tudo estando interligado, fazendo parte de uma rede de interações. (LEMOS,2013)

Desta forma, as cidades inteligentes podem ser definidas como um ambiente que integra as tecnologias da informação e comunicação (TICs) criando ambientes interativos trazendo a comunicação para o mundo real. As Smarts cities são uma mistura de capital humano e a tecnologia e se faz necessário criar um equilíbrio entre as TIC's que serão ferramentas para facilitar o desenvolvimento de smarts cities e toda a estrutura da cidade. (ANDERLE,2015)

A palavra cemitério é de origem grega “KOUMETERIAN” e significa onde eu durmo, mas com o advento do Cristianismo, o termo assumiu o sentido de local destinado ao repouso final pós-morte, com significado apenas para lugares onde acontece o enterramento dos cadáveres. (LELI, 2012)

Os cemitérios são fontes potenciais de contaminação ambiental, existe o risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais por bactérias e vírus que se proliferam durante os processos de decomposição dos corpos, além das substâncias químicas liberadas. (MATOS, 2001).

Os projetos para implantação de cemitérios seguem as normas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 335/2003 e 338/2006, que normatiza os procedimentos para implantação e operação de cemitérios no país, com intuito de reduzir os riscos de problemas e contaminação do ambiente. Para que um empreendimento com esse potencial de contaminação não cause problemas ao ambiente físico e o social, é necessário que a equipe responsável pelo projeto, execução e monitoramento desse empreendimento, conheça e respeite essas leis, como também, conheça os passivos, as causas e os efeitos que o contaminante do empreendimento pode causar. (LELI,2012).

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O termo cidade pode ser entendido como uma estrutura geográfica na qual se vive e trabalha, assim como uma entidade administrativa, ou como uma estrutura

social e comunitária. Nela diferentes sistemas interagem, na busca do equilíbrio urbano em meio a conflitos de poder e de relações. Cada vez mais a cidade vem assumindo um papel de ator social, ou seja, os cidadãos ocupam um espaço e se organizam sob um poder político como sociedade civil, ocupando um espaço que integra seus habitantes culturalmente possibilitando a formação de uma identidade coletiva que dinamiza as relações sendo um espaço que vai responder a objetivos econômicos, políticos e culturais. Em função dessas concepções de cidade que surge uma proposta denominada cidades sustentáveis ou inteligentes. (WESTPHAL,2000) Nos anos 1990 o debate sobre novas tecnologias de informação e comunicação se tornaram presentes trazendo um novo conceito de “cidades inteligentes” que visava dotar o espaço de uma infraestrutura digital eficiente como forma de estímulo para o crescimento das estruturas de governo, empresas, comércios, com a intenção de reaquecer o ambiente público, ampliar laços comunitários e a participação política, tudo estando interligado, fazendo parte de uma rede de interações. (LEMOS,2013) Desta forma, as cidades inteligentes podem ser definidas como um ambiente que integra as tecnologias da informação e comunicação (TICs) criando ambientes interativos trazendo a comunicação para o mundo real. As Smarts cities são uma mistura de capital humano e a tecnologia e se faz necessário criar um equilíbrio entre as TIC's que serão ferramentas para facilitar o desenvolvimento de smarts cities e toda a estrutura da cidade. (ANDERLE,2015) O crescente e rápido fluxo de pessoas em direção às cidades representa grandes desafios, devido a imediata necessidade de atendimento a demandas por serviços adequados, que se leva a experiência com novas abordagens para o planejamento, projeto, financiamento, construção, gestão e a operação de infraestruturas urbanas e serviços para os cidadãos. Estas reflexões remetem ao fenômeno da globalização que tem conectado cidades localizadas em diferentes lugares e provocando mudanças na forma e no comando da economia e também os riscos trazidos pelas mudanças climáticas que são os principais fatores por trás do crescente foco do desenvolvimento de cidades inteligentes. (WEISS; BERNARDES; CONSONI 2017) Assim, no contexto cidades do futuro, as smarts cities, as tecnologias da informação e comunicação assumem um papel de grande importância na medida que podem oferecer meios para o monitoramento e gerenciamento de recursos das infraestruturas urbanas, além de encurtar as distancias entre o poder público e os cidadãos pelos serviços eletrônicos pela internet que tem se tornado o principal e mais importante meio de comunicação na sociedade contemporânea; as cidades passariam de prestadoras de serviços para se tornarem plataformas de serviços . (MEIER; ULFERTS; WOWARD, 201) A sociedade como um todo não gosta de pensar sobre as mortes, sendo cemitério algo incomodativo para as pessoas, porém as necrópoles podem trazer grandes riscos de contaminação para o ambiente. (PACHECO 2000) São fontes potenciais principalmente quanto ao risco da contaminação das águas subterrâneas e superficiais por bactérias e vírus que se proliferam durante a decomposição dos corpos além das substancias químicas liberadas. (MATOS;

BAENINGER 2017) A palavra cemitério, como apresentado na introdução, é de origem grega “KOUMETERIAN” e é traduzido como “onde eu durmo”. A partir do Cristianismo, este local se transfigurou em destino para o repouso final pós morte, isto é, apenas lugares onde acontece o enterramento dos cadáveres. Com essa função de enterrar cadáveres, este tipo de empreendimento tornou-se indispensável para toda sociedade, mas por ser um ambiente de alto risco gera motivos de preocupação e polemica desde os primórdios o que causava ou não alvoroços na cidade. (LELI, 2012) Os projetos para implantação de cemitérios seguem as normas estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 335/2003 e 338/2006, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios horizontais e verticais a serem implantados no Brasil, o qual normatiza os procedimentos para implantação e operação de cemitérios, com intuito de reduzir os riscos de problemas e contaminação do ambiente. Para que um empreendimento com esse potencial de contaminação não cause problemas ao ambiente físico e o social, é necessário que a equipe responsável pelo projeto, execução e monitoramento desse empreendimento, conheça e respeite essas leis, como também, conheça os passivos, as causas e os efeitos que o contaminante do empreendimento pode causar, como a contaminação do meio físico por líquido proveniente da decomposição dos cadáveres conhecido como necrochorume. (DA COSTA SILVA 2010) Até mesmo os cemitérios que foram implantados com todas as medidas de proteção ambiental não podem ser considerados como locais individualizados do meio ambiente, se deve ser considerada a possibilidade dos efluentes líquidos serem lançados para fora do cemitério, havendo assim necessidade de monitoramento. (LELI, 2012) Os impactos causados pelos cemitérios são classificados como físico primário e secundário. O impacto físico primário ocorre quando há contaminação da água (aquífero freático e águas superficiais) e o impacto secundário ocorre quando há presença de mau odor provenientes da decomposição dos cadáveres. (PACHECO 2000) O Necrochorume é caracterizado por ser um líquido viscoso mais denso que a água ($1,23 \text{ g/cm}^3$), rico em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, castanho-acinzentado, com elevada demanda bioquímica de oxigênio, de cheiro acre forte e com grau variado de patogenicidade (MATOS, 2001). São vários os fenômenos transformativos e destrutivos que ocorrem nos cadáveres e estes podem ser intrínsecos que está relacionado ao próprio cadáver como idade, causa-morte e extrínsecos que está relacionado ao ambiente onde o corpo foi sepultado como a temperatura, o tipo de solo, e por conta desses dois fatores o corpo passa por processos como autólise que anula as trocas nutritivas das células levando que o meio se torne ácido, com o sepultamento inicia-se também os processos putrefativos de ordem físico-química onde irá ter a atuação de vários microrganismos, além destes pode ocorrer a chamada saponificação que consiste na hidrólise da gordura com a liberação de ácidos graxos que por conta da acidez inibem a ação das bactérias putrefativas o que atrasa a decomposição do cadáver, este processo ocorre mais comumente em ambiente quente, úmido com solos argilosos. (DA COSTA SILVA;2010)

3 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram feitas visitas aos cemitérios municipais de Guaratinguetá, Lorena, e Cachoeira paulista, SP e indicados (presença ou ausência) de seus possíveis problemas ambientais.

Quanto às variáveis que fazem parte do levantamento dos problemas ambientais, são considerados conceitualmente e referencialmente como:

Localização Urbana - os cemitérios urbano podem gerar situações insalubres para o entorno. (ROSSI; WEBER, 2013)

Urbanização densa – define-se a partir da formação e desenvolvimento de um sistema urbano interligado e integrado para com seus equipamentos e serviços urbanos. (MATOS; BAENINGER, 2017)

Integridade tumular - A individualização de cada túmulo, através da arquitetura, escultura, signos e simbologias, por exemplo, é indicativa do desejo de perpetuação existencial: busca-se expressar as particularidades dos mortos nas lápides, para preservar a memória e a personalidade dos mesmos. (CARNEIRO, 2013)

Distribuição tumular (uniforme) – considerando os princípios de urbanismo, a área mínima para movimentação de pedestre em vias públicas deve respeitar 40% da largura total das vias, o que pode ser pensado para o cemitério, objeto deste estudo. (SILVA, 2012)

Perda de solo por enxurradas - As Resoluções CONAMA 335/03 e a 402/08 salientam que não é permitida a implantação de cemitérios em terrenos sujeitos à inundação permanente ou sazonal nem em locais em que a permeabilidade dos solos e produtos de alteração possa estar modificada. (LELI, 2012)

Manchas escurecidas no solo – Manchas são causadas por uma perturbação generalizada em torna de uma área, causadas por introdução de organismo plantas, animais, pessoas. (CASIMIRO, 2000)

Distância entre os túmulos (não mobilidade) - A não mobilidade pode ser entendida como a falta da capacidade de deslocamento das pessoas e bens nas cidades, que pode ser aplicado para cemitérios que é o objeto de estudo do trabalho. (KNEIB; 2012)

Arborização raiz pivotante - descreve que nas raízes pivotante há uma raiz principal (axial) onde partem muitas raízes laterais que possa também se ramificar. (RAMBOR; PINHIRO 2014)

Arborização raiz fasciculada – Nas raízes fasciculadas não existem uma raiz principal e sim um emaranhado ou cabeleira de raízes bem finas que se aderem ao solo. (RAMBOR; PINHEIRO 2014)

Um grande problema presente junto à arborização urbana é o enraizamento das árvores, elas apresentam dois tipos de raízes às pivotantes/ profundas ou raízes superficiais/ fasciculadas que geram maiores danos a calçadas, muros, meio fio e alicerces, sendo a utilização das palmeiras as espécies mais indicadas para estes.

(RAMBOR; PINHEIRO 2014)

ENTORNO: Integridade superficial solo do entorno – De acordo com análises de implementação de cemitérios, na integridade tumular a falta de medidas de controle para proteção ambiental no sepultamento ocorre a contaminação com várias substâncias causadoras de doenças das áreas próximas do cemitério atingindo a água e o solo. (BAUAB, 2013)

Erosão solo entorno - O perímetro do cemitério deve ter um sistema adequado e eficiente de drenagem pluvial, para captar e encaminhar as águas das chuvas (DA SILVA; 2009)

Manchas solo entorno - Manchas são causadas por uma perturbação generalizada em toda de uma área, causadas por introdução de organismo plantas, animais, pessoas. (CASIMIRO, 2000)

Odores no momento da visita - os indicadores utilizados para o monitoramento da qualidade do ar em cemitérios são a emissão de gases como gás sulfídrico, metano, amônia, hidrogênio, CO₂ e odor. (LELI,2012).

4 | RESULTADOS

Guaratinguetá, SP - O Cemitério dos passos localiza-se na região central da cidade de Guaratinguetá- SP é de ordem privada, sendo assim este possui um critério a mais para a conservação do local. Foi observado um espaço amplo e que recebe manutenção, a parte nova do cemitério em relação a mobilidade, ou seja, distribuição tumular ganha uma uniformidade comparada a antiga, observa-se também a presença rarefeita de arborização e presença de animais como gatos e pássaros, além dos animais típicos deste local, os insetos. O entorno do cemitério apresenta integridade por conta de ser na região central e ter urbanização.

Possíveis Problemas	Presença	Ausência
Localização Urbana	x	
Urbanização densa	x	
Integridade tumular	x	x
Distribuição tumular (uniforme)		x
Perda de solo por enxurradas		x
Manchas escurecidas no solo		x
Distância entre os túmulos (não mobilidade)	x	x
Distância dos túmulos - muro do cemitério = distância entre os túmulos	x	x
Arborização raiz pivotante	x	
Arborização raiz fasciculada	x	
ENTORNO		
Integridade superficial solo do entorno	x	
Erosão solo entorno		x
Manchas solo entorno		x
Odores no momento da visita		x

Quadro 1. Matriz de Análise do Cemitério Senhor dos Passos, Guaratinguetá, SP

Lorena, SP - O cemitério municipal localiza-se na região Central da cidade de Lorena- SP e possui uma área extensa com presença de túmulos e também vegetação rasteira com grande presença de plantas carrapicho. É um local onde a organização tumular é considerada boa e a mobilidade apresenta poucos problemas.

Possíveis Problemas	Presença	Ausência
Localização Urbana	x	
Urbanização densa	x	
Integridade tumular	x	x
Distribuição tumular (uniforme)	x	
Perda de solo por enxurradas		x
Manchas escurecidas no solo		x
Distância entre os túmulos (não mobilidade)		x
Distância dos túmulos - muro do cemitério = distância entre os túmulos		x
Arborização raiz pivotante	x	
Arborização raiz fasciculada	x	
ENTORNO		
Integridade superficial solo do entorno	x	
Erosão solo entorno		x
Manchas solo entorno		x
Odores no momento da visita		x

Quadro 2. Matriz de Análise do Cemitério Lorena,SP

Fonte: dos autores,2018

Cachoeira Paulista, SP - O Cemitério municipal de Cachoeira Paulista localiza-se na região central da cidade perto da Canção Nova e um pequeno comércio, o que consiste em um número maior de pessoas que passam por ali. Este possui uma certa uniformidade, porém a mobilidade entre os túmulos é precária, sendo de ruim acesso. É possível notar também a perda do solo por enxurradas e dentre os 3 o que apresenta um muro de contenção.

Possíveis Problemas	Presença	Ausência
Localização Urbana	x	
Urbanização densa	x	
Integridade tumular	x	x
Distribuição tumular (uniforme)	x	x
Perda de solo por enxurradas	x	
Manchas escurecidas no solo		x
Distância entre os túmulos (não mobilidade)	x	x
Distância dos túmulos - muro do cemitério = distância entre os túmulos		x
Arborização raiz pivotante	x	
Arborização raiz fasciculada	x	
ENTORNO		
Integridade superficial solo do entorno	x	
Erosão solo entorno		x
Manchas solo entorno		x
Odores no momento da visita		x

5 | DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Os três cemitérios estudados, se encontram em região urbana, sendo que segundo Rossi; Weber (2013), estes podem gerar situações insalubres para o entorno. Porém nenhum destes apresentou visualmente problemas. O cemitério de Cachoeira Paulista ainda apresenta um muro de contenção a fim de evitar possíveis problemas. Os Cemitérios estudados estão inseridos numa área com urbanização densa a qual Matos; Baeninger (2017) inserem estes elementos na formação e desenvolvimento de um sistema urbano interligado e integrado para com seus equipamentos e serviços urbanos. É possível notar ainda que o cemitério de Guaratinguetá, entre os objetos de estudo, é o único que apresentou animais residentes em seu interior, como gatos.

Foi analisado a forma de organização de cada cemitério. Os três cemitérios mostraram integridade tumular, salvo alguns poucos túmulos com problemas de conservação, mas nada digno de nota. Para Carneiro (2013, p.19), a individualização de cada túmulo, por meio da arquitetura, escultura e signos, por exemplo, é indicativo do desejo de perpetuação existencial. É possível notar a diferença entre os túmulos e também a arquitetura dos mesmos de modo a destacar os malconservados que poderiam de algum modo trazer problemas para a saúde do ambiente.

A Distribuição tumular no cemitério de Guaratinguetá apresentou-se na forma mista. Na ala antiga é possível perceber a falta de uniformidade, porém com a vinda da ala nova percebe-se um ganho de uniformidade, seguindo as considerações de Silva (2012) a respeito dos princípios de urbanismo, isto é, uma área mínima para movimentação de pedestre em vias públicas que deve respeitar 40% da largura total das vias. O cemitério de Lorena, apresentou uma melhor uniformidade, porém foi possível notar que alguns túmulos estavam colados ao outro, fato que impedia a passagem, também aplicado ao cemitério de Cachoeira Paulista.

Leli (2012), ressaltou nas Resoluções CONAMA 335/03 e a 402/08 que não é permitida a implantação de cemitérios em terrenos sujeitos à inundação. Com análise nos três cemitérios o único que apresentou a perda de solo por enxurradas foi o de Cachoeira Paulista, é notável em algumas áreas a perda do solo por conta da chuva e até túmulos prejudicados em sua integridade por conta desse fenômeno.

Segundo Casimiro (2000) as manchas são causadas por uma perturbação em torno de uma área, porém nos três cemitérios não foram encontradas essas manchas e isso pode ser resultado de uma boa manutenção do cemitério e por não tem muitos animais ou vegetação que possa prejudicar o solo.

No caso do cemitério de Guaratinguetá notamos dois casos, na ala antiga do cemitério a distância entre os túmulos era pouca, ocasionando uma péssima mobilidade entre os túmulos. Porém, quando fizeram a nova ala do cemitério, como uma melhoria,

a distância entre os túmulos aumentou, fazendo que os túmulos ficassem em uma posição uniforme permitindo uma melhor mobilidade. No cemitério de Lorena e Cachoeira a mobilidade também se mostrou precária devido a presença de vegetação, túmulos muito próximos um do outro. Para Kneib (2012) a não mobilidade pode ser compreendida como a falta de capacidade de deslocamento das pessoas e bens nas cidades o qual pode ser aplicado para cemitérios.

A distância esperada entre os túmulos e o muro do cemitério ocorre no cemitério de Guaratinguetá, foram construídas valetas para escoamento de água entre os túmulos e a parede. No caso do cemitério de Lorena, os túmulos estão localizados próximos ao muro, e não havendo distância regulamentar. Em cachoeira além de não haver distância entre a parede e os túmulos há algumas árvores nesse espaço. Isso não é viável, pois seria mais correto que houvesse uma distância para melhor mobilidade.

Foi constatada arborização nos três cemitérios, tanto com raízes pivotante e raízes fasciculadas. Há presença de vegetação rasteira e árvores de pequeno, médio e grande porte. As árvores eles trazem tranquilidade para o local por isso elas são utilizadas nos cemitérios. Como Rambor; Pinheiro (2014) algumas espécies podem a arborização urbana pode causar problemas por conta do enraizamento das árvores que geram problemas nas calçadas, muros e meio fio.

Quanto ao entorno próximo, não foi notada nenhuma mancha no solo do entorno dos cemitérios, ou seja, os solos do entorno estão sendo bem cuidado e não há uma perturbação generalizada na área como Casimiro (2012) relatou. Além disso, não houve presença de odores no momento da visita.

Enfim, os cemitérios apresentaram modelos tradicionais, comuns nas cidades da região, que necessitam de modernização para dialogar com as Smart Cities. No entanto, esse redesign dos cemitérios será uma oportunidade para se pensar soluções inovadoras para a deposição dos corpos humanos de forma sustentável, isto é, respeitando as variáveis sociais, econômicas, culturais, religiosas e de saúde pública.

REFERÊNCIAS

ANDERLE, Daniel Fernando; JUNIOR, Vanderlei Freitas. **A utilização da Tecnologia da Informação nas “Smart Cities” – um estudo bibliométrico.** Instituto Federal Catarinense, sd, 2015.

CARNEIRO, Maristela. **Construções tumulares e representações de alteridade: materialidade e simbolismo no Cemitério Municipal São José, Ponta Grossa/PR/BR, 1881-2011.** *Revista Inter-Legere*, v. 1, n. 12, 2013.

CASIMIRO, Pedro Cortesão. **Uso do Solo – Ecologia da Paisagem, Perspectivas de uma nova abordagem do estudo da Paisagem em Geografia,** 2000.

DA COSTA SILVA, Robson Willians; MALAGUTTI FILHO, Walter. **Emprego do imageamento elétrico no estudo da contaminação por cemitérios.** *Geociências (São Paulo)*, v. 29, n. 3, p. 343-354, 2010.

DA SILVA, Francisco Carlos; SUGUIO, Kenitiro; PACHECO, Alberto. **Avaliação ambiental**

preliminar do cemitério de Itaquera, segundo a resolução Conama 335/2003, município de São Paulo. Revista Geociências-UNG, v. 7, n. 1, p. 31-47, 2009.

KNEIB, Erika Cristine. **Mobilidade urbana e qualidade de vida: do panorama geral ao caso de Goiânia. Revista UFG, v. 14, n. 12, 2012.**

LELLI, Isabel Terezinha et al. **Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais**-doi: 10.4025/bolgeogr. v30i1. 16348. **Boletim de Geografia, v. 30, n. 1, p. 45-54, 2012.**

LEMOS, André. **Cidades inteligentes. GV-executivo, v. 12, n. 2, p. 46-49, 2013.**

MATOS, Ralfo; BAENINGER, Rosana. **Migração e urbanização no Brasil: processos de concentração e desconcentração espacial e o debate recente. Cadernos do LESTE, v. 1, 2017.**
MEIER, W. J.; ULFERTS, G. W.; HOWARD, T. L. **Transforming city governments through IT. The Review of Business Information Systems, Fourth Quarter, v. 15, n. 4, 2011.**

RAMBOR, Anderson Luis; PINHEIRO, Angélica Pires; NASCIMENTO, Roséli Azi. **Conhecimento sobre arborização urbana: alunos da escola municipal de ensino fundamental pio xii do município de charqueadas-rs. CEP, v. 95840, p. 000.**

ROSSI, Daiane Silveira; WEBER, Beatriz Teixeira. **Higiene e urbanização: o caso do cemitério da matriz durante a segunda metade do século XIX em santa maria/rs. Anais Eletrônicos do II Congresso Internacional de História Regional (2013)**

SILVA, Antônio José Prata Amado da. **Proposal for urban mobility and occupation using multicriteria analysis: a case study applied to the county of Viçosa and area of influence. 2012. 205 f. Tese (Doutorado em Geotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.**

WEISS, Marcos Cesar; BERNARDES, Roberto Carlos; CONSONI, Flávia Luciane. **CIDADES INTELIGENTES: casos e perspectivas para as cidades brasileiras. Revista Tecnológica da Fatec Americana, v. 5, n. 1, p. 01-13, 2017.**

WESTPHAL, Márcia Faria. **O movimento cidades/municípios saudáveis: um compromisso com a qualidade de vida. Ciênc Saúde Coletiva, v. 5, n. 1, p. 39-51, 2000.**

UTILIZAÇÃO DE PLANTAS NATIVAS NA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM UM TRECHO DE ECOSSISTEMA DE RESTINGA

Suelen Rodrigues da Conceição

Universidade Católica do Salvador, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental, Salvador - Bahia

Christiano Marcelino Menezes

Universidade Católica do Salvador, Curso de Ciências Biológicas, Salvador - Bahia

Laila Nazem Mourad

Universidade Católica do Salvador, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental, Salvador - Bahia

RESUMO: Incentivar o uso de plantas nativas na restauração de áreas verdes nas cidades pode ser um grande aliado para a valoração da vegetação nativa, manutenção e preservação do ecossistema, melhoria do clima e estética e qualidade de vida aos moradores. Diante deste contexto o presente trabalho visou implantar uma técnica de restauração ambiental, ilhas de alta diversidade, voltado para o manejo e conservação da vegetação de restinga do Parque das Dunas. Para isso, foi realizado transplante direto de indivíduos jovens do próprio parque para compor as ilhas de alta diversidade. Foram confeccionadas 22 ilhas dispostas em uma área de 50 m² com uso aproximado de 170 indivíduos compostas pelas espécies *Anthurium affine* Schott, *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm., *Epidendrum denticulatum* Barb. Rodr., *Cyrtopodium paranaense* Schltr., *Syagrus*

schizophylla.(Mart.) Glassman. e *Guapira pernanbucensis* (Casar.) Lundell. Resultados mostraram que após 6 meses de iniciado o processo de restauração pôde-se observar, que 23,82% dos indivíduos emitiram gemas, e que 90,59% das espécies sobreviveram. As altas taxas de sobrevivência podem estar associadas à técnica de transplante direto indicando que o resgate e manejo das espécies vegetais de restinga podem ser favoráveis diante das metodologias aplicadas.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas Nativas. Restauração ecológica. Ilhas de Alta Diversidade. Restinga.

ABSTRACT: Encourage the use of native plants in restoration of green areas can be a great ally for the environmental ENRICHMENT of native vegetation, maintenance and preservation of the ecosystem, improvement of the climate and aesthetics, and quality of life for the inhabitants of that area. Given this context, this study focus on proposing the use of native plants of the Parque das Dunas as a way of restoring degraded areas. For that, it was necessary to make a direct transplant of seedlings WITHIN the park to compose the high diversity islands. Twenty-two islands were arranged in total, in an area of 50 m², using 170 individuals composed of *Anthurium affine* Schott, *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm., *Epidendrum denticulatum* Barb.

Rodr., *Cyrtopodium Paranaense* Schltr., *Syagrus schizophylla*. (Mart.) Glassman. and *Guapira pernanbucensis* (Wed.) Lundell. Results showed that after six months from the start of the restoration process, 23.82% of the individuals emitted gems, and 90.59% of the species survived. The high survival rates obtained in the present study may be associated to the direct transplant technique, demonstrating that the rescue and management of the Restinga plant species can be favorable in face of the applied methodologies.

KEYWORDS: Native Plants. Ecological Restoration. Island High Diversity. Restinga.

1 | INTRODUÇÃO

Inserido no bioma da Mata Atlântica, a cidade do Salvador, possuía ao longo da sua orla atlântica remanescentes do ecossistema de restinga. Hoje, tal ambiente encontra-se fragmentado, quase inexistente, restando apenas parcelas nos bairros da Pituba, Boca do Rio (QUEIROZ, 2010), Itapuã, Stella Mares e Praia do Flamengo. Estes últimos bairros abrigam a maior área de restinga do município, ao qual está situada a APA (Área de Proteção Ambiental) das Lagoas e Dunas do Abaeté que possui uma área de 1800 ha (SILVA, 2012).

Pertencente a APA do Abaeté, o Parque das Dunas, localizado no bairro de Praia do Flamengo, possui 600 ha de extensão e é considerado uma área de grande relevância para cidade, pois abriga o último manancial urbano do ecossistema de dunas, lagoas e restingas do país. Esses sistemas contribuem para manutenção e recarga do aquífero subterrâneo, preservação do habitat da flora e a fauna locais, ajuda na melhoria do ar e na qualidade de vida da população dentre outros benefícios. Tendo em sua composição uma vegetação heterogênea constituída por formações de restinga em moitas esparsas e restinga em moitas de porte arbóreo-arbustivo densa, dunas do tipo *Blowout* e lagoas perenes e intermitentes. Faz com que esse lugar possua uma paisagem única com potencial para o ecoturismo sustentável, estímulo às práticas de educação ambiental, além de servir de laboratório para desenvolvimento de pesquisas pelas Universidades.

Porém por se situar em zona urbana, a APA do Abaeté e conseqüentemente o Parque das Dunas, padecem com os efeitos da fragmentação ocasionadas por ações antrópicas que geram a degradação do ambiente, movidas pela construção de residências, empreendimentos aeroportuários, influência de ruas pavimentadas, presença de espécies exóticas invasoras, remoção do substrato arenoso e da vegetação nativa, queimadas, dentre outros impactos.

As atividades humanas contribuem com a aceleração da degradação dos ambientes terrestres. A perda da biodiversidade nos centros urbanos é uma realidade em todo mundo. Várias são as causas ligadas a essa problemática, a exemplo de: exploração dos recursos naturais, poluição, agricultura, crescimento urbano, introdução de plantas exóticas invasoras dentre outros. O descaso do poder público e a falta do

planejamento urbano e o crescimento a especulação imobiliária auxiliam no aumento das áreas degradadas no país. Com isso, estimular o uso de plantas nativas para restauração de áreas vegetadas é de extrema importância, pois ajudam a conservar o ecossistema ao qual pertencem, por serem de fácil manutenção, ajudam a manter a diversidade biológica, resistem às condições climáticas extremas, fortalecem as identidades regionais e combatem a uniformização da paisagem (BUCKSTRUP e BASSUK, 1997; HEINDEN et al., 2006). Diante do contexto apresentado, o presente estudo teve como objetivo avaliar o uso de plantas nativas locais do Parque das Dunas como forma de restauração de áreas degradadas.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O Parque das Dunas foi fundado em 2008 após o decreto 19.093 sendo declarado como área de interesse público. Pertencente a APA das Lagoas e Dunas do Abaeté através do Decreto Estadual nº 351 de 22 de setembro de 1987. Possui uma área de aproximadamente 600 hectares (Figura 1), e está localizado no município de Salvador onde tem sua maior parte da poligonal inserida no bairro de Praia do Flamengo e uma porção no bairro de Stella Mares, e faz divisa com o Aeroporto Internacional Deputado Luiz Eduardo Magalhães (NETO e SANTOS, 2014). Administrado pela OSCIP (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) Universidade Livre das Dunas do Abaeté – UNIDUNAS, desde 1996 tem o objetivo de preservar o ecossistema de dunas, lagoas e restingas da APA do Abaeté contra as ações antrópicas históricas que acomete a área. Em 2014 recebeu o título de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) – UNESCO, atestando a relevância da preservação e conservação dessa área.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO PARQUE DAS DUNAS

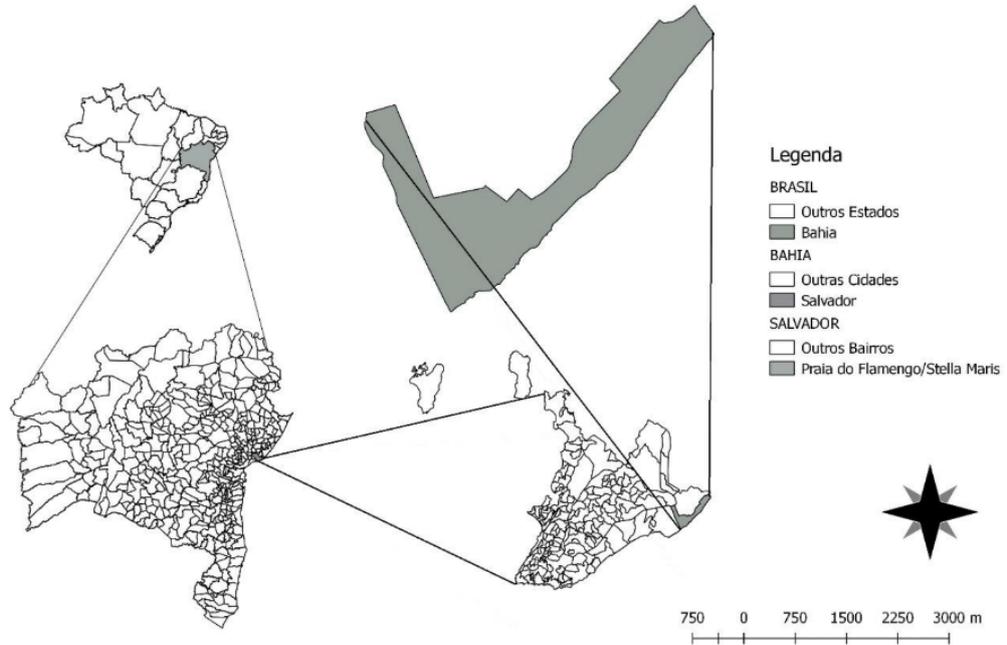


Figura 1: Mapa de localização do Parque das Dunas.

Fonte: Acervo Parque das Dunas.

2.2 Ilha de Alta Diversidade e Transplante

A composição das ilhas de alta diversidade se deu através do uso de indivíduos retirados do próprio parque (Figura 2), pois a indisponibilidade de espécies no viveiro do parque fez com que fosse necessário realizar o transplante direto das espécies para a área a ser restaurada. Para isso, foram realizadas pesquisas sobre a composição vegetal do local para selecionar as plantas a serem utilizadas nas ilhas. Após definidas as espécies participantes da composição, foi feita visitas ao parque com a finalidade de identificar, localizar e marcar, através do uso de GPS, as espécies escolhidas que tivessem em condições de serem transplantadas. O desmame dos indivíduos (plântulas) foi realizado em diferentes fitofisionomias do Parque, a retirada de indivíduos jovens com no máximo com 1m de altura que foram transportados até o local da implantação das ilhas de alta diversidade. Após a chegada, os primeiros indivíduos a serem plantados foi da espécie *Syagrus schizophylla*, os quais foram dispostos ao centro da ilha, em seguida foi feito o plantio das demais espécies selecionadas.

Foram confeccionados dois tipos ilhas de alta diversidade, a primeira possui 1,5 m de diâmetro e a segunda com 1 m de diâmetro possuindo composição e quantidade de mudas distintas. Na ilha maior, foram inseridas 9 plântulas, são elas: 2 exemplares de *Anthurium affine* Schott, 2 de *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm., 2 de *Epidendrum denticulatum* Barb. Rodr., 2 de *Cyrtopodium paranaense* Schltr., e 1 de *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glassman. E na ilha menor foram inseridas apenas 4 plântulas de cada espécie, foi utilizado 1 exemplar de *Guapira pernanbucensis* (Casar.) Lundell, 1 de *Anthurium affine* Schott, 1 de *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm., 1 de *Epidendrum denticulatum* Barb. Rodr. e 1 de *Cyrtopodium paranaense* Schltr. As

ilhas foram distanciadas em 1 metro e dispostas em quincôncio (Figura 3) para obter uma distribuição uniforme e melhor recobrimento do solo. As cavas foram abertas com auxílio de cavador para o recebimento das plântulas e mediram 40 cm de profundidade. Foram feitos também coroamentos em volta das ilhas e colocado serapilheira de moitas próximas para manter a umidade, proteção e nutrição do solo (Figura 4).



Figura 2: Retirada das plântulas e acondicionamento para posterior plantio.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 3: Disposição das ilhas de alta diversidade na área.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 4: Ilha de Alta Diversidade.

Fonte: Acervo pessoal.

2.3 Monitoramento

O acompanhamento do desenvolvimento dos indivíduos transplantados ocorreu 6 meses após o plantio. Esse acompanhamento foi realizado através da observação e quantificação da emissão de gemas, sobrevivência e morte de cada espécie transplantada. Para a quantificação, foi utilizada a totalidade de cada espécie transplantada e analisada a quantidade de mortos, sobreviventes e gemas emitidas durante esse tempo, a partir disso, os dados coletados foram tabulados e analisados com auxílio do programa Microsoft Excel 2013.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total foram implantadas 22 ilhas de alta diversidade, em uma área de 50 m² com o uso aproximado de 170 indivíduos das seguintes espécies: *Anthurium affine*, *Hohenbergia littoralis*, *Epidendrum denticulatum*, *Cyrtopodium paranaense*, *Syagrus schizophylla* e *Guapira pernanbucensis*.

A avaliação das taxas de emissão de gemas e de sobrevivência evidencia que 23,82% dos indivíduos emitiram gemas, e que 90,59% das espécies sobreviveram. Com relação a taxa de sobrevivência (Figura 5) entre as espécies que compõem as 22 ilhas de alta diversidade *Guapira pernanbucensis* apresentou 100%, *Hohenbergia littoralis* (Figura 6) com 97% e *Anthurium affine* (Figura 7) com 95% de sobrevivência, enquanto *Cyrtopodium paranaense* com 78% obteve a menor taxa. Quanto a emissão de gemas se destacam *Syagrus schizophylla* com 37% e *Epidendrum denticulatum* 32%, enquanto que *Anthurium affine* alcançou apenas 5%.

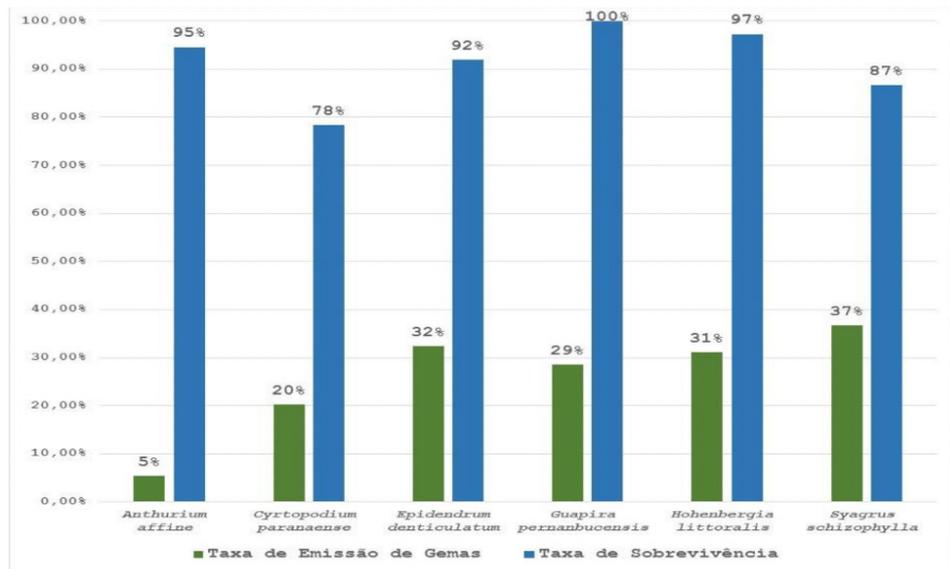


Figura 5: Gráfico dos percentuais de emissão de gemas e sobrevivência.



Figura 6 :Emissão de gema de *Hohenbergia littoralis*.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 7: Emissão de gema de *Anthurium affine*.

Fonte: Acervo pessoal.

A taxa de sobrevivência obtida nesse trabalho, 90,59%, se apresentou de forma semelhante as taxas apresentadas por Silva e Menezes (2007) que realizaram o manejo de espécies vegetais em uma restinga no Litoral Norte da Bahia. A semelhança dos resultados quanto a taxa de sobrevivência das espécies muito provavelmente se

deu pelo fato de serem espécies com alta possibilidade de manejo (MENEZES et al., 2007). Segundo Lyrio (1996) e Menezes et al., 2007 a pouca profundidade dos lençóis freáticos nos Terraços Marinhos Pleistocênicos, unidade geomorfológica presente no Litoral Norte do Estado e na orla atlântica de Salvador, faz com que as plantas nesse ambiente tenham um sistema radicular pouco desenvolvido o que permite realizar o transplante direto desses indivíduos.

Menezes et al. (2007) em estudo de manejo e monitoramento de um corredor ecológico feito por moitas transplantadas de forma direta em uma restinga no Litoral Norte da Bahia, perceberam que após 60 dias do plantio houve o aumento de 40% na taxa de emissão de gemas. Muito provavelmente esse aspecto está associado ao período chuvoso no qual foi realizado esse estudo, já que as espécies vegetais tropicais apresentam uma intensificação na formação de órgãos vegetativos em períodos chuvosos em contrapartida aos períodos secos, nos quais a produção de flores e frutos é dominante (com. pess).

As altas taxas de sobrevivência adquiridas no presente estudo podem estar associadas a técnica de transplante direto, técnica essa, que relaciona o uso de espécies locais mais adaptadas as variações ambientais. Portanto, os dados obtidos nos trabalhos de resgate e manejo das espécies vegetais de restinga demonstram serem favoráveis diante das metodologias aplicadas. Porém é necessário que haja o monitoramento contínuo para que se possa ampliar o conhecimento sobre o grau de resposta das plantas a esse procedimento.

Apesar de haver poucos estudos relacionados ao procedimento aqui adotado pôde-se notar a facilidade de manejo das espécies trabalhadas, haja vista o sucesso obtido pela alta taxa de indivíduos que sobreviveram ao processo. Em vista disso, a experiência constatada pela presente pesquisa possibilitou a ampliação e aplicação em uma área de maior escala em um ambiente de restinga da cidade de Salvador. Sendo assim, entende-se que o conhecimento gerado neste estudo pode auxiliar a contribuir com informações de manejo e resgates da flora de restinga visando a restauração desse ecossistema.

4 | CONCLUSÃO

A restauração ecológica pode ser uma grande aliada para garantir o retorno e a conservação de áreas vegetadas nas cidades, pois além de visar o uso das plantas nativas ajuda a restaurar o processo de sucessão do local fazendo com que o ambiente possa ser capaz de se regenerar. O emprego da flora local traz inúmeras vantagens para as cidades por serem de fácil manutenção, garantir a diversidade biológica, serem resistentes as condições climáticas extremas, manter o ecossistema ao qual pertence e fortalecer a identidade regional e cultural.

Com isso, a cidade do Salvador que cacere de um planejamento que contemple a

conservação da vegetação de restinga, apresenta em face disso, inúmeras ocupações de grande impacto sobre esse ecossistema e a inexistência de publicações sobre restauração ecológica em regiões litorâneas dificulta avanços de iniciativas de restauração nas restingas do Estado da Bahia.

REFERÊNCIAS

BUCKSTRUP, M.; BASSUK, N. Native vs. exotic for the home landscape. **Ecogardening Factsheet**, Cornell, 1997. Disponível em: <http://www.gardening.cornell.edu/factsheets/ecogardening/native.html>. Acesso em: 04 dez. 2015.

HEINDEN, G.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**. v. 12, n.1, p. 2-7, 2006.

LYRIO, R. S. **Modelo Sistêmico Integrado para a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia**. Salvador. f.102. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1996.

MENEZES, C. M. et al. Implantação, Manejo e Monitoramento de um Corredor Ecológico na Restinga no Litoral Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 201-203, jul. 2007.

MENEZES, C. M. **A Vegetação de Restinga no Litoral Norte da Bahia, influência da evolução quaternária na zona costeira**: Estudo de caso Fazenda Riacho das Flores, Mata de São João Bahia. f. 96. Dissertação (Mestrado em Geologia Costeira e Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

NETO, A. P. L. & SANTOS, J. B. V. B. dos. **A Educação Ambiental e o Turismo: um estudo sobre o Parque das Dunas (Salvador-BA)**. Monografia (Graduação em Turismo e Hotelaria). Universidade do Estado da Bahia. Salvador – BA, 2014.

QUEIROZ, E. P. Problemas Ambientais na Vegetação de Salvador. In: Gestão e conservação: um desafio para os jardins botânicos, 06 a 10 de julho, Salvador. **Anais da XVIII Reunião de Jardins Botânicos**. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Jardins Botânicos, 2010, p. 24-29.

SILVA, V. I. E MENEZES, C. M. Manejo de Espécies Vegetais em uma Mata de Restinga no Litoral Norte da Bahia. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 159-161, jul. 2007a.

SILVA, F. O. **Biodiversidade e interações positivas em moitas de restinga**. 2012.189 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

SOBRE O ORGANIZADOR

JOSÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR é graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura Plena) pela Faculdade Araguaia (FARA). Mestre em Ecologia e Conservação (Ecologia de Sistemas e Comunidades de Áreas Úmidas) pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Doutor em Zoologia (Conservação e Ecologia) pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Atualmente é Pós-Doutorando na Universidade do Algarve (UAlg-Portugal), no grupo de Investigação do Centro de Ciências do Mar, Faculdade de Ciências, Ecoreach –Ecologia de ecossistemas ribeirinhos, estuarinos e costeiros. É professor Adjunto I da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), lotado no Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA). Coordenador do Laboratório Multidisciplinar de Gestão Ambiental. 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,

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-279-1

