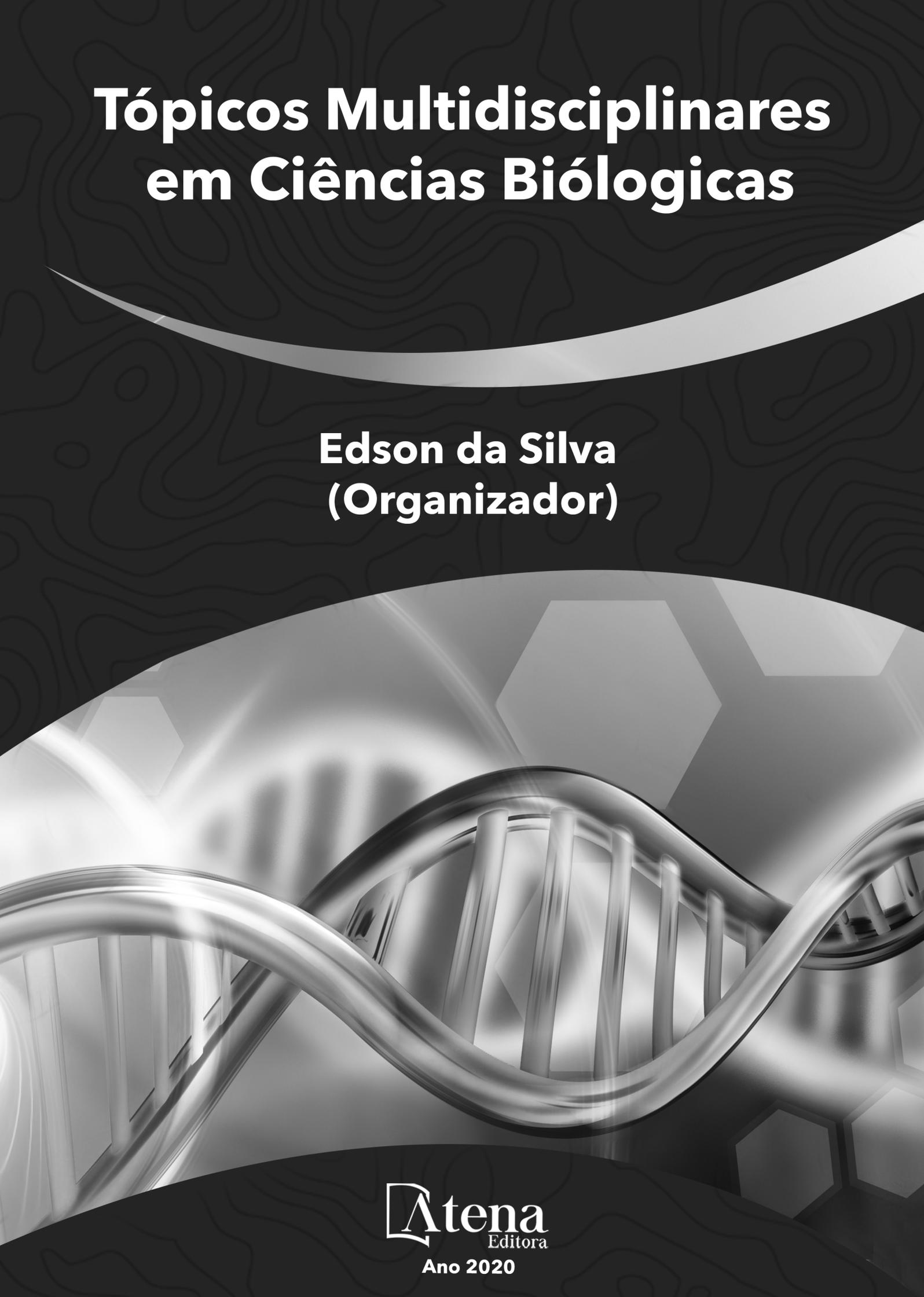


Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas

**Edson da Silva
(Organizador)**

Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas

**Edson da Silva
(Organizador)**

**Atena**
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

T673 Tópicos multidisciplinares em ciências biológicas [recurso eletrônico]
/ Organizador Edson da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena
Editora, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-971-4

DOI 10.22533/at.ed.714203001

1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Edson da.
CDD 570

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O e-book “Tópicos Multidisciplinares em Ciências Biológicas” é uma obra composta por estudos de diferentes áreas das ciências biológicas e da saúde. Em seus 16 capítulos o e-book aborda trabalhos de pesquisas, de ensino, relatos de casos e revisões da literatura mostrando avanços e atualidades nesse campo.

As ciências biológicas englobam áreas do conhecimento relacionadas com a vida e incluem a biologia, a saúde humana e a saúde animal. Nesta obra, apresento estudos vivenciados na prática profissional e na formação acadêmica relacionados aos cursos de graduação e de pós-graduação em biologia, biomedicina, biotecnologia, nutrição, medicina, fisioterapia, química, engenharia biomédica, arquitetura entre outros.

Este volume tem objetivo de compartilhar o conhecimento científico aplicado às ciências biológicas e suas áreas afins, potencializando discussões e abordagens contemporâneas em temas variados. Agradeço aos autores que tornaram essa edição possível e desejo uma ótima leitura a todos.

Prof. Dr. Edson da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE HIDROLÍTICA DE LIPASES OBTIDAS DE NOVAS FONTES VEGETAIS: MORINGA E GIRASSOL	
Flávia Michelle Silva Santos Álvaro Silva Lima Alini Tinoco Fricks Cleide Mara Faria Soares	
DOI 10.22533/at.ed.7142030011	
CAPÍTULO 2	9
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SEMENTES DE ANDIROBA (<i>CARAPA GUIANENSIS</i> - <i>MELIACEAE</i>) E AÇAÍ (<i>EUTERPE OLERACEA</i>)	
Janaina Pompeu dos Santos Sabrina Baleixo da Silva Renato Meireles dos Santos Jhonatas Rodrigues Barbosa Cassia Barbosa Aires Martina Damasceno Portilho Flaviane Leal Batista Joice Silva de Freitas Lucas Henrique da Silva e Silva Natacia da Silva e Silva Wanessa Shuelen Costa Araújo Vanderson Vasconceslos Dantas	
DOI 10.22533/at.ed.7142030012	
CAPÍTULO 3	16
CARACTERIZAÇÃO HISTOLÓGICA DAS CÉLULAS DE HOFBAUER EM PLACENTAS A TERMO, DE MÃES DE MÉDIO E ALTO RISCO, ATENDIDAS EM MATERNIDADES PÚBLICAS DO RECIFE	
Mateus Cotias Filizola Fálba Bernadete Ramos dos Anjos	
DOI 10.22533/at.ed.7142030013	
CAPÍTULO 4	26
CONDIÇÃO CLÍNICO-FUNCIONAL DE IDOSOS DE UMA COMUNIDADE DA ZONA RURAL	
Luciana Julek Danielle Bordin Luciane Patrícia Andreani Cabral Taís Ivastcheschen Heloize Gonçalves Lopes Clóris Regina Blanski Grden	
DOI 10.22533/at.ed.7142030014	

CAPÍTULO 5 39

DESCRIÇÃO DE CASOS CONFIRMADOS DE COINFECÇÃO DE TUBERCULOSE/HIV NO ESTADO DE GOIÁS

Murilo Barros Silveira
Fábio Castro Ferreira
Fernanda Soares da Mota
Tamires Mariana Dias Damas Rocha
Beatriz Gonçalves dos Santos
Iara Barreto Neves Oliveira
Aldenira Matias de Moura
Muriel Vilela Teodoro Silva
Marielly Sousa Borges
Juliana Boaventura Avelar

DOI 10.22533/at.ed.7142030015

CAPÍTULO 6 46

LAGOCHILASCARIÁSE HUMANA: REVISÃO DE LITERATURA

Meriele Aline de Paula
Amanda Silva Santos Aliança
José Eduardo Batista Filho
Nathália de Paula Batista

DOI 10.22533/at.ed.7142030016

CAPÍTULO 7 59

TERAPIA DE REPOSIÇÃO DE TESTOSTERONA: ESTRESSE OXIDATIVO E RISCO PARA DOENÇAS CARDIOVASCULARES

André Luiz Cavalcante Fontenele
Diego Gonçalves de Lima
Romeu Paulo Martins Silva
Miguel Junior Sordi Bortolini
Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti
Anderson Gonçalves Freitas

DOI 10.22533/at.ed.7142030017

CAPÍTULO 8 74

VIRULÊNCIA E PERFIL DE SUSCEPTIBILIDADE ANTIFÚNGICA DE ESPÉCIES DE *CANDIDA*

Renato Birlo de Araújo
Adryelle Idalina da Silva Alves
Melyna Chaves Leite de Andrade
Franz de Assis Graciano dos Santos
Michellangelo Nunes da Silva
Paulo Roberto de Moura Carvalho
Reginaldo Gonçalves de Lima Neto
Rejane Pereira Neves
Danielle Patrícia Cerqueira Macêdo

DOI 10.22533/at.ed.7142030018

CAPÍTULO 9 87

A SOBRECARGA PSICOSSOCIAL DO CUIDADOR FAMILIAR DE PESSOAS COM DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS DEGENERATIVAS

Sueli Ferreira de Paula Cardoso
Claudineia Pedroso Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.7142030019

CAPÍTULO 10 90

EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO EM AMBIENTES NÃO FORMAIS, REALIZADO NA FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DE MARABÁ/PA

Larisse Caldas da Silva
Laysa Kellen Dos Santos Alves
Patrick Anderson Barbosa Borralho
Nádia Nunes da Silva
Manoel Ananis Lopes Soares

DOI 10.22533/at.ed.71420300110

CAPÍTULO 11 99

RECURSOS DIDÁTICOS VISUAIS E AUDIOVISUAIS: UM BREVE PARALELO ENTRE TICS E O ALBUM SERIADO NO CONTEXTO DAS DISCIPLINAS QUE REPRESENTAM AS CIÊNCIAS DA NATUREZA

Rosangela Mota Lunas
Ranlig Carvalho de Medeiros
Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.71420300111

CAPÍTULO 12 107

UMA PROPOSTA DE JOGO EDUCACIONAL DIGITAL PARA APOIAR O ENSINO DE ANATOMIA DO SISTEMA MUSCULAR

Edson da Silva
Marileila Marques Toledo

DOI 10.22533/at.ed.71420300112

CAPÍTULO 13 117

EXTRACTION AND CRYSTALLIZATION OF CAFFEINE FROM COFFEE HUSKS

Ana Paula Silva Capuci
Eloízio Júlio Ribeiro
José Roberto Delalibera Finzer

DOI 10.22533/at.ed.71420300113

CAPÍTULO 14 123

PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DE AMIDO DE MILHO HIDROLISADO COM AMILASES DO MALTE DE CEVADA

Felipe Staciaki da Luz
Renata Nascimento Caetano
Adrielle Ferreira Bueno
Carine Vieira
Danielle Cristina Silva Oliszeski
Gideã Taques Tractz
Bianca Vanjura Dias
Cynthia Beatriz Fürstenberger
Everson do Prado Banczek

DOI 10.22533/at.ed.71420300114

CAPÍTULO 15	135
SÍNTESE DE SUPERFÍCIES NANOESTRUTURADAS À BASE DE POLIANILINA	
Ítalo Gustavo de Lira Moura	
Gabriel Galdino Gadelha	
Liandra Roberta Pinho da Cunha Coutinho	
Washington Andrade da Cunha Coutinho Filho	
Renata Miranda Gomes	
Rosa Fireman Dutra	
DOI 10.22533/at.ed.71420300115	
CAPÍTULO 16	150
O IMPACTO DO RUÍDO EM ANIMAIS DE CATIVEIRO (O CASO DO JARDIM ZOOLOGICO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL)	
Isabel Cristina Ferreira Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.71420300116	
SOBRE O ORGANIZADOR	159
ÍNDICE REMISSIVO	160

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE HIDROLÍTICA DE LIPASES OBTIDAS DE NOVAS FONTES VEGETAIS: MORINGA E GIRASSOL

Data de submissão: 25/11/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Flávia Michelle Silva Santos

Universidade Tiradentes, UNIT

Aracaju –SE

<http://lattes.cnpq.br/0474940904546062>

Álvaro Silva Lima

Universidade Tiradentes, UNIT

Aracaju –SE

<http://lattes.cnpq.br/3820562952937690>

Alini Tinoco Fricks

Universidade Tiradentes, UNIT

Aracaju –SE

<http://lattes.cnpq.br/8462136188746811>

Cleide Mara Faria Soares

Universidade Tiradentes, UNIT

Aracaju –SE

<http://lattes.cnpq.br/6298775450874291>

RESUMO: O estudo de novas fontes vegetais para a produção de enzimas lipolíticas tem se tornado alvo de várias pesquisas, em especial devido a possibilidade do uso ainda na forma de extrato bruto e a facilidade na obtenção destes biocatalisadores. Porém, informações na literatura sobre lipases de fontes vegetais, em especial de moringa e girassol, ainda são escassas. Portanto, este trabalho teve

como objetivo extrair lipases a partir das sementes germinadas de moringa e girassol e avaliar o potencial hidrolítico dessas enzimas lipolíticas. A atividade hidrolítica dos extratos bruto foram avaliadas em diferentes tempos de desengorduramento (1, 2 e 3 horas). A maior atividade hidrolítica obtida no extrato de girassol foi com tempo de 3h de extração ($468,85 \pm 3,78$ U/g), já o de moringa apresentou maior atividade no tempo de 1 h ($437,57 \pm 5,31$ U/g). Para ambas fontes vegetais de lipases, o estudo do efeito do pH demonstrou maior atividade na faixa de 4,0. Neste pH a atividade hidrolítica na reação de hidrólise do azeite de oliva foi de $841,16 \pm 11,07$ U/g para semente de girassol e $790,29 \pm 10,49$ U/g para semente de moringa. A maior atividade para as enzimas lipolíticas foi na temperatura de 40°C , obtendo $990 \pm 32,04$ e $1463 \pm 9,12$ U/g para semente de girassol e moringa, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: lipase, moringa, girassol

EVALUATION OF THE HYDROLYTIC ACTIVITY OF LIPASES OBTAINED FROM NEW PLANT SOURCES: MORINGA AND GIRASSOL

ABSTRACT: The study of new plant sources for the production of lipolytic enzymes has become the target of several researches, especially due to the possibility of its use in the form of crude extract and the ease of

obtaining these biocatalysts. However, information in the literature about lipases from plant sources, especially moringa and sunflower, is still scarce. Therefore, this work aimed to extract lipases from the germinated seeds of moringa and sunflower and to evaluate the hydrolytic potential of these lipolytic enzymes. The hydrolytic activity of the crude extracts were evaluated at different degreasing times (1, 2 and 3 hours). The highest hydrolytic activity obtained in sunflower extract was with 3h extraction time (468.85 ± 3.78 U/g), whereas moringa showed the highest activity in 1h (437.57 ± 5.31 U/g). In both plant sources of lipases, the study of the pH effect showed greater activity in the range of 4.0. At the pH 4.0 the hydrolytic activity in the hydrolysis reaction of olive oil was 841.16 ± 11.07 U/g for sunflower seed and 790.29 ± 10.49 U/g for moringa seed. The highest activity for lipolytic enzymes was at 40 °C, yielding 990 ± 32.04 and 1463 ± 9.12 U/g for sunflower and moringa seeds, respectively.

KEYWORDS: lipase, moringa, sunflower

INTRODUÇÃO

As lipases (triacilglicerol acil hidrolases, E.C. 3.1.1.3) são enzimas consideradas responsáveis pelo metabolismo lipídico dos seres vivos. Estas pertencem ao grupo das carboxilases e catalisam a hidrólise de triacilgliceróis. De maneira geral, as lipases mais utilizadas para biocatálise são de fonte microbiana, como fungos e bactérias. No entanto, o uso de lipases vegetais vem como uma alternativa para redução de custos em processos de biocatálise por serem de fácil uso, podendo ser utilizadas na forma de extrato bruto, estando purificadas ou parcialmente purificadas (PAQUES; MACEDO, 2006; AVELAR et al., 2013; MOUNGUENGUI et al., 2013).

Existem outras vantagens no uso das lipases vegetais quando comparadas às microbianas. Dentre as vantagens incluem-se a disponibilidade dos vegetais e a possibilidade da obtenção do extrato bruto com baixo custo e o não uso de processos biotecnológicos complexos. Outro aspecto que deve ser levado em consideração é que as lipases das fontes animais e microbianas podem apresentar uma série de restrições naturais para a aplicação de enzimas em alimentos. Essas restrições não são encontradas em lipases vegetais (MOUNGUENGUI et al., 2013). No Brasil a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é responsável pela regulamentação, controle e fiscalização de produto de consumo.

As lipases vegetais podem ser isoladas de folhas, caules, látex, óleos e sementes de plantas oleaginosas. Para este último é importante salientar que a utilização de lipase a partir de gérmen de sementes ainda é pouco explorada na literatura. Diferente da produção de ácidos graxos a partir de óleos vegetais catalisados por lipase microbianas e animais que já estão bem descritos (KOUTEU et al., 2016; AVELAR et al., 2013). Entre as fontes vegetais para obtenção de lipase, destacam-se a moringa e o girassol, devido à sua ampla aplicabilidade.

A *Moringa oleifera* Lam. é uma planta resistente à seca, com condições ótimas entre 25 e 35 °C, e sob estresse pode perder quase completamente suas folhas,

recuperando-as em condições favoráveis. Possui fácil adaptação a climas semi-áridos, tolerantes a solos de baixa umidade e com pH entre 5,0 e 9,0, desenvolvendo-se bem em solos pobres. Estudos apontam a utilização de extratos de sementes de *M. oleifera* Lam, com baixo custo, para tratamento de água. A solubilização da lipase e o estudo de proteínas coagulantes presentes na semente de moringa é de grande interesse, devido a possibilidade de uso dessas sementes como emulsionantes e potencial de uso na indústria alimentícia (GHEBREMICHAEL et al., 2005). No entanto, até o presente momento somente trabalhos em Congressos avaliaram o potencial de produção de enzimas lipolíticas da moringa na semente (VIEIRA et al., 2016) e semente germinada (SANTOS et al., 2019), contudo ainda não foi verificado o potencial de produção de enzimas lipolíticas comparados com outras fontes vegetais padronizando a mesma técnica (EBONGUE et al., 2006; SANTOS et al., 2013).

Outra semente que merece destaque é a de girassol por serem uma das principais sementes de alimentos e óleo industrial para a maioria das populações do mundo. O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma planta pertencente à família Asteraceae, originária da América do Norte e disseminada por todos os continentes. O girassol é resistente à seca (altas e baixas temperaturas) e a adaptação a diversas condições, podendo ser cultivada em todos os continentes. Porém ainda há poucas informações na literatura sobre lipase de semente de girassol. Logo, é importante a intensificação dos estudos sobre a produção de lipases desta fonte para posteriores aplicações industriais, alimentares e científicas (SAGIROGLU E ARABACI, 2005; TALAMINI et al., 2011).

Portanto, a motivação deste estudo tem como desafio obter duas novas fontes vegetais para produção de lipases, são elas: sementes de moringa e de girassol. Diante dos exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar a extração de enzimas lipolíticas, obtidas de gérmen de moringa e girassol e verificar a atividade hidrolítica destas lipases vegetais.

METODOLOGIA

Germinação das sementes e extração da lipase

Neste trabalho, as sementes (moringa e girassol) foram selecionadas, esterilizadas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% m/v por 10 min e lavadas com água destilada. Os testes de germinação foram realizados com temperatura em 25 °C por um período máximo de 96 h. Em seguida, com as sementes já germinadas, os tecidos do endosperma das sementes foram cuidadosamente removidos e a casca foi descartada. Cerca de 10g do gérmen da semente foram triturados por 10 minutos, adicionando acetona fria. Posteriormente foi realizado o processo de extração da lipase. As amostras foram misturadas com acetona fria (razão 1:5 m/v) sob agitação a 150 rpm e 4 °C, o desengorduramento foi realizado em 1, 2, e 3 horas (adaptado

AVELAR et al., 2013). Posteriormente, a suspensão foi filtrada sob vácuo pelo funil de Buchner e lavada com acetona fria. O extrato delipidado das sementes foi peneirado para obter partículas com tamanho <32 mesh. O produto foi definido como extrato bruto de lipase e utilizado para hidrolisar óleos vegetais (SANTOS et al., 2013).

Determinação da atividade hidrolítica

As atividades hidrolíticas (AH) dos extratos bruto de lipases foram analisadas usando emulsão de azeite como substrato, de acordo com a metodologia descrita por Soares et al. (1999). O substrato foi preparado misturando 15 mL de azeite com 1,05 g de solução de goma arábica (5,0% m/m). Em um Erlenmeyer, foi adicionado 5 mL da emulsão, 5 mL de tampão fosfato de sódio 100 mM (pH 7,0) e extrato bruto de lipase (0,1 g). As reações foram incubadas por 5 e 10 minutos a 37 ° C em banho termostático com agitação de 200 rpm. E posteriormente interrompidas pela adição de 2mL solução acetanólica (1:1 acetona/etanol). Os ácidos graxos liberados foram titulados com solução de hidróxido de sódio 100mM na presença de fenolftaleína (2 gotas) como indicador. As reações de controle foram realizadas sem adição dos extratos brutos de lipase. Uma unidade (U) de atividade foi definida como a quantidade de enzima necessária para liberar 1 μ mol de ácido graxo livre por minuto, nas condições descritas acima. Os resultados também foram expressos sob a forma de atividade relativa (AR), utilizando como referencial de 100% o maior valor de atividade obtida. As propriedades catalíticas dos extratos bruto de lipase, como temperatura e pH ótimos, foram determinadas como a atividade relativa na faixa de pH entre 2,0 e 9,0 (ácido cítrico tampão pH 2,0 - 5,0; fosfato de sódio tampão 6,0 - 9,0) e temperatura variando de 25 a 70 ° C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Hidrólise das lipases vegetal

Os resultados da atividade relativa do extrato bruto de girassol e moringa em diferentes tempos de desengorduramento, utilizando acetona como solvente, e nos diversos tempos de reação (5 e 10 minutos) são apresentados na figura 1.

O resultado demonstra que o melhor tempo para determinar a atividade é de 5 minutos, acima desse tempo de reação houve um declínio na atividade de ambos os extratos. Para o extrato bruto de semente de girassol é possível observar um aumento da atividade relativa entre 1 e 3 horas de extração. A máxima atividade hidrolítica em 5 minutos de reação utilizando o extrato obtido de semente de girassol foi observada após 3 horas de desengorduramento (468,85 \pm 3,78 U/g). Para o extrato bruto de moringa a maior atividade relativa foi com 1h de extração (437,57 \pm 5,31 U/g). Com o aumento do tempo de extração para 2 e 3h, em 5 minutos de reação, a atividade diminuiu gradativamente 425,04 \pm 1,69 e 393,22 \pm 3,97 U/g.

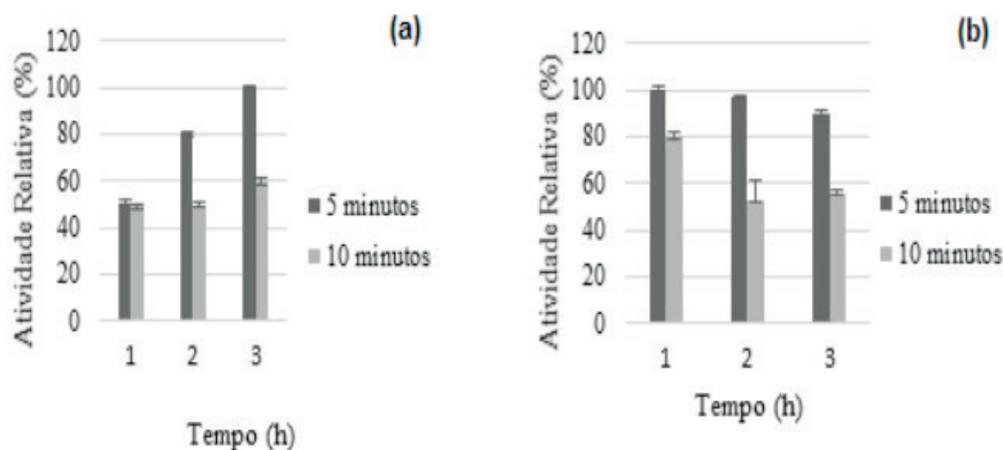


Figura 1. Atividades relativa das sementes germinadas de girassol (a) e moringa (b) em 5 e 10 minutos de reação em diferentes tempos de desengorduramento (1, 2 e 3h).

Santos e colaboradores (2013) avaliaram a atividade hidrolítica de diferentes lipases vegetais obtidas a partir de sementes não germinadas e a influência no tempo de germinação das sementes. O extrato de sementes dormentes de milho apresentou 3,0 U/g e após 72h de germinação houve um aumento de 12 vezes atingindo $38,5 \pm 2,0$ U/g. O extrato bruto de semente de girassol dormente apresentou atividade de $77,1 \pm 7,1$ U/g enquanto a semente dormente de maracujá apresentou atividade de $78,9 \pm 12,9$ U/g. O tempo de 24h de germinação favoreceu a atividade hidrolítica do extrato de girassol, já o extrato de maracujá não sofreu influência com o tempo de germinação. Este último dado diverge dos relatos da literatura que afirmam que durante a germinação os triglicerídeos presentes nas sementes é transformado em glicerol e ácidos graxos e a principal enzima responsável por esse processo é a lipases. Justificando assim a maior presença dessas enzimas durante o processo de germinação (QUETTIER e EASTMOND, 2009).

No trabalho de Vieira et al. (2016) a atividade hidrolítica do extrato bruto de moringa utilizando acetona como solvente na proporção de 1:2 no tempo de extração de 15h foi de 10,40 U/g. Esse resultado se distancia do resultado obtido no presente trabalho e pode ser justificado devido o tempo de contato da enzima com a acetona (15h), o que possivelmente promoveu a inativação da lipase, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho. Já o extrato bruto de semente de girassol teve melhor resultado em 3h de desengorduramento, como mencionado anteriormente. Demonstrando assim uma diferença significativa entre os extratos obtidos. Essas condições foram utilizadas para realização do estudo da influência de pH e temperatura.

Influência do pH e da temperatura na atividade de hidrólise

A influência do pH na reação de hidrólise para ambas sementes (girassol e moringa) foi avaliada na faixa de 2,0 a 8,0. Os resultados de atividade hidrolítica

(AH) e atividade relativa (AR) são mostrados na tabela 1. A atividade relativa máxima apresentada para lipase de girassol e moringa foi encontrada no pH 4,0. A atividade hidrolítica correspondente foi $841,16 \pm 11,07$ U/g e $790,29 \pm 10,49$ U/g para semente de girassol e moringa, respectivamente.

pH	AH Lipase de Girassol (U/g)	AR Lipase de Girassol (%)	AH Lipase de Moringa (U/g)	AR Lipase de Moringa (%)
2	$118,4 \pm 9,8$	$14,07 \pm 1,17$	$147,47 \pm 0,00$	$19,52 \pm 0,00$
3	$766,12 \pm 85$	$91,04 \pm 1,02$	$732,38 \pm 2,5$	$97,18 \pm 0,33$
4	$841,16 \pm 11,07$	$100 \pm 1,32$	$790,29 \pm 10,49$	$100 \pm 1,41$
5	$578,56 \pm 7,48$	$68,75 \pm 0,89$	$708,92 \pm 3,83$	$70,32 \pm 0,51$
6	$542,55 \pm 11,18$	$64,47 \pm 1,33$	$500,30 \pm 24,86$	$66,22 \pm 3,29$
7	$506,35 \pm 4,08$	$60,17 \pm 0,48$	$473,57 \pm 5,31$	$57,92 \pm 0,70$
8	$258,95 \pm 0,00$	$30,77 \pm 0,00$	$355,40 \pm 13,76$	$47,04 \pm 1,82$

Tabela 1. Influência da temperatura e do pH na atividade hidrolítica (AH) das lipases de girassol e moringa.

No trabalho de Ebongue et al. (2006), na faixa entre 4 -6 não foi detectado nenhuma atividade significativa para lipase de mesocarpo de dendê. Santos et al. (2013) também verificaram a influência do pH em diferentes lipases. A atividade máxima para semente de mamona dormente foi no pH 4,5, já a lipase de semente de girassol apresentou atividade máxima no pH 6,5 e a lipase de semente de milho e de maracujá apresentaram maior atividade na região neutra (pH 7,0). Os autores justificam essa diferença devido as lipases estudadas não serem puras, logo pode haver interação com outros componente presentes nos extratos (SANTOS et al., 2013).

Diante do exposto, o tampão ácido cítrico no pH 4,0 foi utilizado para a avaliação da influência da temperatura. Assim, a tabela 2 demonstra a influência da temperatura nas lipases obtidas de sementes germinadas de girassol e moringa.

Temperatura (°C)	AH Lipase de Girassol (U/g)	AR da Lipase de Girassol (%)	AH Lipase de Moringa (U/g)	AR Lipase de Moringa (%)
25	$328 \pm 8,88$	$33,08 \pm 0,9$	$619,38 \pm 9,96$	$42,34 \pm 0,68$
30	$667,34 \pm 15,72$	$67,37 \pm 1,59$	$872,94 \pm 6,76$	$59,67 \pm 0,39$
37	$755,13 \pm 16,86$	$76,24 \pm 1,70$	$1263 \pm 46,08$	$86,36 \pm 3,15$
40	$990 \pm 32,04$	$100 \pm 3,23$	$1463 \pm 9,12$	$100 \pm 0,62$
50	$570,68 \pm 1,77$	$57,61 \pm 0,18$	$920 \pm 1,16$	$62,94 \pm 0,08$
60	$553,02 \pm 0,00$	$55,83 \pm 0,00$	$606,06 \pm 20,58$	$41,43 \pm 1,41$
70	$243,02 \pm 5,18$	$24,53 \pm 0,52$	$556,07 \pm 1782$	$38,01 \pm 1,22$

Tabela 2. Influência da temperatura na atividade hidrolítica das lipases de girassol e moringa.

A atividade máxima para o extrato bruto de lipase de girassol e moringa foi registrado na temperatura de 40 °C. Nesta temperatura a lipase de girassol apresentou atividade de $990 \pm 32,04$ U/g e a semente de moringa 1463 ± 912 U/g. A cinética foi

linear e crescente entre 25 e 40 °C para ambos extratos, acima dessa temperatura houve declínio na atividade, sugerindo uma instabilidade dessas enzimas em altas temperaturas.

De maneira análoga a lipase obtida a partir do mesocarpo de dendê (*Elaeis guineensis* Jacq.) apresentou a maior atividade na temperatura de 45 °C, diminuindo a atividade em temperaturas mais elevadas (Ebongue et al., 2006). Santos et al. (2013) realizaram a caracterização das propriedades catalíticas de lipases obtidas a partir de sementes dormentes de diferentes plantas. Os autores constataram que a temperatura ótima das semente de maracujá foi de 40 °C. Enquanto a 50 °C a atividade foi reduzida significativamente, provavelmente devido a inativação da enzima. A lipase de mamona e girassol apresentaram maior atividade hidrolítica a 50 °C, porém o extrato bruto de mamona apresentou maior atividade hidrolítica (708,2 U/g) quando comparado a lipase de girassol na mesma temperatura. Já a lipase de milho apresentou maior atividade na faixa entre 50 e 55 °C. Essas divergências na influência da temperatura sobre a atividade hidrolítica podem ser explicadas devido o extrato bruto apresentar uma baixa atividade específica ou ainda devido a produção de lipase ser menor em cada tipo de extrato, seja pela metodologia de extração ou mesmo pelas divergências nos cultivares e espécies.

CONCLUSÃO

Dentre as duas fontes vegetais testadas, o extrato bruto de girassol apresentou maior atividade hidrolítica na reação de hidrólise do azeite de oliva após 3h de desengorduramento (468,85±3,78 U/g), já para a moringa foi após 1 hora (437,57±5,31 U/g). Para ambos extratos de lipase vegetal a atividade hidrolítica foi maior no pH ácido (4,0) e na temperatura de 40 °C, demonstrando uma sensibilidade em temperaturas altas. A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que as lipases extraídas a partir de semente germinadas de girassol e moringa possuem potencial para aplicação em biotecnologia.

REFERÊNCIAS

AVELAR, M. H. M.; CASSIMIRO, D. M. J.; SANTOS, K. C.; et al. **Hydrolysis of vegetable oils catalyzed by lipase extract powder from dormant castor bean seeds**. *Industrial Crops & Products*, v. 44, p. 452–458, 2013.

EBONGUE, G.F. N.; CARRIÈRE, R. D. F.; ZOLLO P.-H. A, ARONDEL, V. **Assaying lipase activity from oil palm fruit (*Elaeis guineensis* Jacq.) mesocarpo**. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 44, p. 611–617, 2006.

GHEBREMICHAEL, K. A., GUNARATN, K.R., HENRIKSSON, H., BRUMER, H., DALHAMMAN, G. **A simple purification and activity assay of the coagulant protein from Moringa oleifera seed**. *Water Research*, v.39, p.2338-2344, 2005.

MOUNGUENGUI, R. W. M.; BRUNSCHWIG, C.; BARÉA, B.; VILLENEUVE, P.; BLIN, J. **Are plant**

lipases a promising alternative to catalyze transesterification for biodiesel production?

Progress in Energy and Combustion Scienc, v. 39, p.441-456, 2013.

KOUTEU, P. A. N.; BAROUH, N.; BLIN, J.; VILLENEUVE, P. **Lipase activity of tropical oilseed plants for ethyl biodiesel synthesis and their typo-and regioselectivity.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2016.

PAQUES, F. W.; MACEDO, G. A. **Lipases de látex vegetais: propriedades e aplicações industriais Fernanda.** *Química Nova*, v. 29 (1), p. 93–99, 2006.

QUETTIER, A. L. AND EASTMOND, P. J., **Storage Oil Hydrolysis During Early Seedling Growth.** *Plant. Physiology and Biochemistry*, v. 47, p. 485–490, 2009.

SAGIROGLU, A.; ARABACI, N. **Sunflower Seed Lipase: Extraction, Purification, and Characterization.** *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, v. 35, p. 37–51, 2005.

SANTOS, F. M. S., LIMA, A. S., FRICKS, A. T., SOARES, C. M. F. **Potential Hydrolytic Activity Study of Moringa and Sunflower Seed Lipases.** In: ANAIS DO Anais do Simpósio Nacional de Bioprocessos. XXII Simpósio Nacional de Bioprocessos (SINAFERM) XIII Hidrólise enzimática do Simpósio de Biomassa (SHEB). Electronic records...Urberlândia, GALOÁ, 2019. Available in: <<https://proceedings.science/sinaferm/sinaferm-sheb-2019/papers/potential-hydrolytic-activity-study-of-moringa-and-sunflower-seed-lipases->> Acess in: 20 nov. 2019.

SANTOS, K. C.; CASSIMIRO, D.M.J.; AVELAR, M.H.M.; HIRATA, D. B.; HEIZIR F. DE C.; FERNÁNDEZ-LAFUENTE, R.; MENDES, A. A. **Characterization of the catalytic properties of lipases from plant seedsfor the production of concentrated fatty acids from different vegetable oils.** *Industrial Crops and Products*, v. 49, p. 462– 470, 2013.

SOARES, Cleide Mara Faria ; CASTRO, Heizir Ferreira de ; MORAES, Flávio Faria de ; ZANIN, Gisella Maria . **Characterization and utilization of Candida rugosa lipase immobilized on controlled pore silica.** *Applied Biochemistry and Biotechnology*, Totowa, v. 77-79, p. 745-757, 1999

TALAMINI, V.; ALMEIDA, N. Á.; LIMA, N. R. S.; SILVA, A. M. F.; CARVALHO, H. W. L.; SOUSA, R. C. **Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol introduzidas para cultivo em Sergipe.** EMBRAPA, 2011.

VIEIRA, A. C., BAPTISTA, A. T. A., SILVA, M. O., GOMES, VIEIRA, M. F., VIEIRA, A. M. S. **Avaliação da presença e atividade hidrolítica de lipase em semente de Moringa oleifera.** In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2016. Electronic records...Campinas, GALOÁ, 2018. Available in: <<https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2016/papers/avaliacao-da-presenca-da-enzima-lipase-na-semente-de-moringa-oleifera->> Access in: 29 mar. 2019.

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE SEMENTES DE ANDIROBA (*CARAPA GUIANENSIS* - MELIACEAE) E AÇAÍ (*EUTERPE OLERACEA*)

Data de aceite: 20/01/2020

Janaina Pompeu dos Santos

Universidade do estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Cametá-PA.

Sabrina Baleixo da Silva

Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de tecnologia (ITEC), Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Belém-Pará.

Renato Meireles dos Santos

Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de tecnologia (ITEC), Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Belém-Pará.

Jhonatas Rodrigues Barbosa

Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de tecnologia (ITEC), Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Belém-Pará.

Cassia Barbosa Aires

Universidade do estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Cametá-PA.

Martina Damasceno Portilho

Universidade do estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Cametá-PA.

Flaviane Leal Batista

Universidade do estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Cametá-PA.

Joice Silva de Freitas

Universidade do estado do Pará (UEPA), Centro

de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Cametá-PA.

Lucas Henrique da Silva e Silva

Universidade do Estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), Belém-PA.

Natacia da Silva e Silva

Universidade do estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Cametá-PA.

Wanessa Shuelen Costa Araújo

Instituto Federal do Pará (IFPA), Cametá-PA

Vanderson Vasconceslos Dantas

Universidade do estado do Pará (UEPA), Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (CCNT), Redenção-PA.

RESUMO: As sementes de açaí e andiroba são algumas das principais fontes de compostos bioativos da região amazônica. A industrialização desses insumos gera alguns resíduos orgânicos durante as etapas de colheita e processamento. Em relação a esses resíduos, o presente trabalho avaliou os parâmetros físico-químicos de sementes de açaí e andiroba. As amostras foram selecionadas, preparadas e avaliadas por análise bromatológica. Os resultados da composição físico-química da semente de açaí revelaram a presença de carboidratos em grandes quantidades, principalmente na composição de fibras, com baixo teor de lipídios

e proteínas, e podem ser utilizados na formulação de produtos ricos em fibras, como biscoitos. A semente de andiroba possui altos valores de umidade e lipídios, além de proteínas em quantidades satisfatórias. A andiroba é composta principalmente de ácidos palmítico, palmitoléico, esteárico e linoléico, importantes ácidos graxos para a saúde. Portanto, a composição físico-química dessas sementes revelou-se fonte potencial de compostos essenciais para a alimentação.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos agroindustriais; Açaí; Andiroba; Composição físico-química.

ABSTRACT: Acai and andiroba seeds are some of the main sources of bioactive compounds from the Amazon region. The industrialization of these inputs generates some organic waste during the harvesting and processing stages. Regarding these residues, the present work evaluated the physicochemical parameters of acai and andiroba seeds. The samples were selected, prepared and evaluated by bromatological analysis. The results of the physicochemical composition of the acai seed revealed the presence of carbohydrates in large quantities, mainly in the fiber composition, with low lipid and protein content, and can be used in the formulation of fiber rich products, such as cookies. Andiroba seed has high moisture and lipid values, as well as protein in satisfactory quantities. Andiroba is mainly composed of palmitic, palmitoleic, stearic and linoleic acids, important fatty acids for health. Therefore, the physicochemical composition of these seeds proved to be a potential source of compounds essential for food.

KEYWORDS: Agro-industrial waste; Acai; Andiroba; Physicochemical composition.

1 | INTRODUÇÃO

A região amazônica possui extensa diversidade de espécies vegetais, dentre as quais a andiroba e o açaizeiro tem papel relevante na culinária e na medicina tradicional. A industrialização de produtos provenientes das plantas da região amazônica tem contribuído para a geração de emprego, renda e capitalização de recursos. Porém, o mesmo processo industrial que traz o desenvolvimento contribui para a produção de grandes volumes de resíduos orgânicos. No estado do Pará, principalmente nos interiores, essas perdas estão presentes em todas as etapas da cadeia produtiva que se inicia na colheita e continua em uma escala de acúmulo até a industrialização. Neste contexto, a busca por inovações tecnológicas para as sementes de andiroba e açaí vem crescendo, pois as mesmas geram resíduos que ainda não possuem uma finalidade definida.

De acordo com as informações da Associação de moradores e produtores de açaí de Cametá, o município é um dos maiores exportadores do fruto na forma in natura, gerando emprego e renda para a população local. Somente em Cametá, a associação comercializou cerca de 600 mil toneladas de açaí no ano de 2016. (FERREIRA, 2009; FAPESPA, 2016). A semente única do açaí representa 87% do fruto e possui

composição bromatológica compatível com uma fonte de fibra: celulose (53,20%), hemicelulose (12,26%) e lignina (2,30%) (RODRIGUES et al., 2006). O estado do Pará possui uma política abrangente de incentivo à exploração e produção do açaí. Segundo dados do IBGE, no ano de 2003, 93% da produção nacional de açaí, que somou 131.958 toneladas, estava concentrado nos municípios paraenses de Cametá, Limoeiro do Ajuru, Ponta de Pedras, Abaetetuba e Igarapé-Miri, totalizando 60% do total no país (IBGE, 2003).

A espécie *Carapa guianensis* conhecida como andiroba, andirova, angirova, carapinha e landirova, tem distribuição no Brasil em toda a Bacia Amazônica, em regiões de várzeas e áreas alagáveis ao longo de igapós, encontrada nos estados do Amapá, Pará, entre outros. Suas sementes liberam um óleo viscoso de coloração amarela e sabor amargo. Indústrias de cosmética e farmacêutica, tem interesse nesta oleaginosa em função de suas propriedades antissépticas, anti-inflamatórias, cicatrizantes e emolientes (SILVEIRA, 2003).

Em função da diversidade e da importância destes insumos para região amazônica e principalmente para os pequenos e médios produtores que necessitam de informações precisas sobre a qualidade do produto, o presente trabalho buscou avaliar os parâmetros físico-químicos da semente do açaí e da semente da andiroba.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da matéria prima

As sementes de açaí (*Euterpe oleracea*) e andiroba (*Carapa guianensis*) foram obtidas no Município de Cametá, localizado no baixo Tocantins. As matérias primas foram selecionadas, lavadas, trituradas de forma manual e mecânica e por fim secas em estufa a uma temperatura acima de 150 °C para o açaí e 60°C para a andiroba. O fluxograma de preparação das amostras encontra-se na Figura 1.

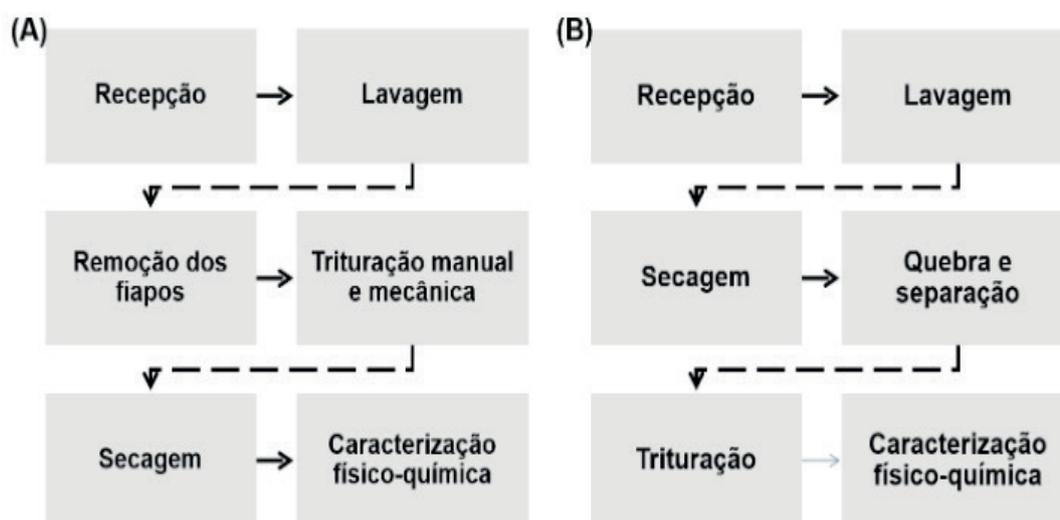


Figura 1 - Fluxograma das etapas de preparação das sementes; a) sementes do açaí; b) sementes da **andiroba**.

2.2 Caracterização físico-química das amostras

As caracterizações físico-químicas de ambas as sementes (Açaí e andiroba), foram realizadas de acordo com a metodologia proposta pelo instituto adolfo lutz (2008), com alterações. As análises realizadas nas amostras foram: umidade, cinzas, lipídeos e proteínas sendo que as determinações foram feitas em triplicata. O percentual de carboidrato foi determinado somente para a semente de açaí, onde é realizado pela diferença das médias das amostras e subtraído por cem.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização físico-química do açaí

Os resultados apresentados na **tabela 1** são referentes a semente do açaí. Observa-se que o teor de carboidratos totais foram de 55,91 %. Em função da composição química referente ao teor de carboidrato, sugere-se que este subproduto possa ser utilizado como matéria prima para produção de derivados de celulose e carvão ativado, devido ao alto teor de fibras associado a composição de carboidratos totais. Rodrigues 2008, estudou a semente do açaí e verificou a presença de 53,20 % de fibras. Assim como Teixeira et al.(2006), que observou a presença de 48% de fibras totais. Os resultados destes autores estão bem próximo ao valor encontrado nesta pesquisa (55,91%), reforçando a qualidade deste produto.

Determinação %	Média± Desvio padrão
Umidade	33,54±0,13
Cinzas	0,92±0,76
Lipídeos*	0,39±0,23
Proteínas*	3,86±0,09
Carboidratos totais	55,91%

Tabela 1 Resultado da Caracterização Físico-química da Semente do Açaí.

Média das triplicatas ± desvio-padrão

*lipídeos e proteínas em base úmida

O teor de umidade da semente do açaí foi de 33,54%. O teor de umidade é um parâmetro relevante, pois favorece a estabilidade e minimiza as perdas de qualidade da semente do açaí triturada (GOMES et al., 2009). O teor de lipídios (0,39%) não foi significativo, semelhante ao resultado encontrados por Paes (2014). Com base na composição físico-química do carroço de açaí, este subproduto pode ser usado para

enriquecer farinhas por apresentar excelente quantidade de fibras e baixa umidade, contribuindo para o processo digestivo.

3.2 Caracterização físico-química da andiroba

Na **tabela 2** estão apresentados os resultados referentes a caracterização da semente da andiroba. O teor de umidade apresentou-se elevado, quando comparado aos resultados encontrados na literatura. Segundo Araújo (2011) e Nascimento et al., (2008) o local de cultivo contribui na diferença da resposta biológica em função de condições climáticas, o que ajuda nos dados quantitativos e qualitativos da produção de metabólitos secundários, o que pode estar relacionado com o valor encontrado nesta pesquisa.

Determinação	Média ± Desvio padrão
Umidade	93,12±0,13
Cinzas	01,43±0,04
Lipídeos	53,70±0,43
Proteínas	5,91±0,03

Tabela 2 Resultado da Caracterização Físico-química da Semente da Andiroba.

Média das triplicatas ± desvio-padrão

O valor de cinzas apresentado na **tabela 2** está próximo ao avaliado por Cruz et al. (2012), que obtiveram 1,41%, 2,12%, 2,63% e 1,76%, ao analisarem sementes de Andiroba de diferentes regiões. Queiroga et al. (2015) encontram valores de cinzas semelhantes de 1,43%, 1,25% e 1,45% para sementes de coco babaçu (*Attalea speciosa*).

Segundo Singh e Singh (2010), a composição lipídica das sementes de Andiroba é formada principalmente por ácidos palmítico, palmitoléico, esteárico e linoleico, o percentual lipídico encontrado no presente estudo está de acordo com o observado por Cruz et al. (2012) de 54,61% para amostra da mesma matéria-prima, de acordo com Tan e Ghazali (2019) os óleos vegetais como o de andiroba possuem grande importância farmacêutica, cosmética e tecnológica na produção de biocombustível. O resultado de proteínas obtido de 5,91% está próximo ao encontrado por Vasconcelos et al. (2008), 4,87% e 4,93% para sementes de Andiroba in natura e fermentada. O valor encontrado pode estar relacionado com os métodos utilizados no processamento da matéria-prima.

4 | CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas para a semente do açaí, observou-se resultados promissores quanto a sua utilização para a produção dos derivados da celulose,

biscoitos enriquecidos com farinha de semente do açaí e ração animal, no entanto, são necessários estudos complementares para a otimização da produção do resíduo, contribuindo para a cadeia produtiva e valorização da matéria prima.

De acordo com os resultados obtidos para a semente de andiroba, entende-se que as diferenças de resultados encontrados nas comparações podem ser provenientes da origem da matéria-prima em função de fatores físicos, climáticos, tipo de plantação e métodos de colheita. Para o alto valor encontrado para umidade destaca-se a forma de colheita das sementes devido às árvores se localizarem nas margens dos rios, conseqüentemente as sementes são coletadas apenas quando caem no rio ou solo úmido. Portanto, pode-se concluir que para ambas as sementes há necessidade de se aprofundar ainda mais em relação as suas caracterizações físico-químicas, bem como a realização de análises mais elaboradas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I. S. **Atividade antimicrobiana de plantas aromáticas que ocorrem no estado do Pará.** 2011. 103f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Feira de Santana, 2011.

CRUZ, A. K. et al. **Caracterização físico-química de sementes e óleos de andiroba (carapa guianensis Aublet.) Provenientes dos estados do Pará e Roraima.** In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52., 2012, Recife. Química e inovação: caminho para a sustentabilidade: anais.[Recife]: ABQ, 2012.

DE VASCONCELOS, M. A. M. et al. **Caracterização físico-química de sementes de andiroba (Carapa guianensis Aublet) in natura e fermentada.** In: Embrapa Amazônia Oriental-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 60., 2008, Campinas. Energia ambiente tecnologia: resumos. Campinas: SBPC, 2008.

Fundação Amazônia Paraense de Amparo à pesquisa. **Cadeia produtiva do açaí em Cametá** www.fapespa.pa.gov.br/ acesso em 20 de outubro de 2016.

GOMES, D. I.; et al. **Avaliação do caroço de açaí sobre a digestibilidade de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de substituição do feno coastcros.** ZOOTEC – 2009. FZEA/USP – ABZ. Águas de Lindóia- SP, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985. Cap 4.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e silvicultura.** Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 20 de OUTUBRO de 2016.

NASCIMENTO, J.E. et al. **Estudo fitoquímico e bioensaio toxicológico frente a larvas de Artemia salina Leach. de três espécies medicinais do gênero Phyllanthus (Phyllanthaceae).** Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl., v. 29, n. 2, p. 145-150, 2008.

PAES ,

SCHULTZ, J. **Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açaís de Euterpe edulis Martius e Euterpe oleracea Martius submetidos a tratamentos para sua conservação.** 2008, 52f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

QUEIROGA, V. de P. et al. **Composição centesimal de amêndoas de coco babaçu em quatro tempos de armazenamento.** Embrapa Algodão-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2015.

RODRÍGUES-ZÚÑIGA, U. F.; FARINAS, C. S.; BERTUCCI N., V.; LEMO, V., **Produção de Complexos Lignocelulíticos em Substratos Derivados de Resíduos Agroindustriais por Fermentação Semi-sólida.** In: WORKSHOP DE BIOCATÁLISE E BIOTRANSFORMAÇÃO, 4., 2008, São Carlos. Livro de resumos... São Carlos,SP: Instituto de Química de São Carlos, 2008. p. 10.

SILVEIRA, B. I.; CARIOCA, C. R. F. **Hidrólise de óleo de andiroba através da catalise ácida e básica.** In: Anais do 12º Congresso Brasileiro de Catálise, Rio de Janeiro, 2003.

SINGH, S. P.; SINGH, D. **Biodiesel production through the use of different sources and characterization of oils and their esters as the substitute of diesel: A review.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 200-216, jan. 2010.

TAN, C. X.; GHAZALI, H. M. **Avocado (Persea americana Mill.) Oil.** In: **Fruit Oils: Chemistry and Functionality.** Springer, Cham, 2019. p. 353-375.

TEXEIRA, B. L. et al **Compostagem: Lixo orgânico urbano e resíduo da agroindústria do açaí.** Embrapa Amazônia Oriental, Albras, 1. ed. Belém: Albras. 2006. 21-23 página.

CARACTERIZAÇÃO HISTOLÓGICA DAS CÉLULAS DE HOFBAUER EM PLACENTAS A TERMO, DE MÃES DE MÉDIO E ALTO RISCO, ATENDIDAS EM MATERNIDADES PÚBLICAS DO RECIFE

Data de Submissão: 01/11/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Mateus Cotias Filizola

Estudante de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife PE / <http://lattes.cnpq.br/7054420895144915>

Fálba Bernadete Ramos dos Anjos

Departamento de Histologia e Embriologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife PE / <http://lattes.cnpq.br/6080878950686043>

RESUMO: A gestação de baixo risco ou de risco habitual é aquela na qual não há o envolvimento de patologias anteriores à gestação. Os macrófagos fetais, conhecidos como células de Hofbauer (HBC), localizam-se no estroma das vilosidades coriônicas da placenta durante toda gestação. Este estudo objetivou caracterizar a histologia das células de Hofbauer em placentas de mães de médio e alto risco, atendidas nas maternidades públicas do Recife. Foram coletadas ao acaso, de mulheres com idade gestacional variando entre 38 a 41 semanas, fragmentos de placentas a termo descartadas na sala de expurgo, trinta minutos após o parto. As placentas foram pesadas, como também realizadas as seguintes medições serão: espessura, diâmetro, altura e

comprimento. Amostras do tecido placentário foram dissecadas e processadas. Foram realizados cortes histológicos de 5 μm . As preparações foram coradas em hematoxilina e eosina e conduzidas para avaliação microscópica. Foi aplicado um questionário à gestante, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco CEP/CCS/UFPE, baseado na Resolução N° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. A morfometria das placentas revelou a presença de variações entre as mães adolescentes e adultas. A densidade placentária é menor no pré-termo quando comparada com o termo. Afirmam ainda os autores que a superfície de troca placentária é importante no resultado perinatal. A avaliação microscópica dos fragmentos das placentas a termo coletadas evidenciou a presença de lesões nos tecidos, talvez uma repercussão das características macroscópicas. Em relação às células de Hofbauer, elas apresentaram morfologia preservada, citoplasma volumoso, citoplasma vacuolado e esférico. Conclui-se que a morfologia do tecido placentário e das células de Hofbauer apresentou-se preservada nos grupos analisados, e que a estabilidade estrutural destas células é de suma importância no remodelamento, homeostase tecidual e interação entre a atividade celular e as funções fetais.

HISTOLOGICAL CHARACTERIZATION OF HOFBAUER CELLS IN TERM PLACENTS OF MEDIUM AND HIGH RISK MOTHERS ATTENDED IN RECIFE PUBLIC MATERNITIES

ABSTRACT: Low-risk or usual-risk pregnancy is one in which there is no involvement of pathologies prior to pregnancy. Fetal macrophages, known as Hofbauer cells (HBC), are located in the stroma of the placental chorionic villi throughout pregnancy. This study aimed to characterize the histology of Hofbauer cells in placentas of medium and high risk mothers treated at public maternity hospitals in Recife. Randomly collected from women with gestational age ranging from 38 to 41 weeks, fragments of term placentas were discarded in the purge room 30 minutes after delivery. The placentas were weighed, as well as the following measurements were taken: thickness, diameter, height and length. Placental tissue samples were dissected and processed. Histological sections of 5 μm were performed. The preparations were stained with hematoxylin and eosin and conducted for microscopic evaluation. A questionnaire was applied to the pregnant woman, approved by the Research Ethics Committee of the Health Sciences Center of the Federal University of Pernambuco CEP / CCS / UFPE, based on Resolution No. 196/96 of the National Health Council. presence of variations between adolescent and adult mothers. Placental density is lower in the preterm compared to the term. The authors further state that the placental exchange surface is important in the perinatal outcome. The microscopic evaluation of the collected placenta fragments showed the presence of tissue lesions, perhaps a repercussion of the macroscopic characteristics. Regarding Hofbauer cells, they presented preserved morphology, large cytoplasm, vacuolated and spherical cytoplasm. It is concluded that the morphology of placental tissue and Hofbauer cells was preserved in the analyzed groups, and that the structural stability of these cells is extremely important in remodeling, tissue homeostasis and interaction between cell activity and fetal functions.

KEYWORDS: Placenta / histology / hofbauer cells / gestation

1 | INTRODUÇÃO

O Ministério da Saúde estratifica os fatores de risco gestacional em problemas preexistentes e em problemas que podem surgir no decorrer da gestação. A possibilidade de tais problemas repercutirem na gravidez acontece devido à vulnerabilidade social e é possível que ela esteja fortemente associada a desfechos desfavoráveis na gravidez.

A assistência pré-natal é de suma importância à mãe e ao feto, devido à vulnerabilidade biológica da mãe e conseqüentemente à extrema dependência do organismo fetal para o seu crescimento e desenvolvimento adequado. Os cuidados médicos, o acompanhamento e o monitoramento nutricional mostram-se importantes, pois o estado nutricional materno está relacionado diretamente à saúde do feto (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2000; BAIÃO; DESLANDES, 2006).

Quando o processo gestacional não é mediado pelas alterações fisiológicas, mas por modificações que podem vir a desencadear processos patológicos que possivelmente repercutem no binômio materno-fetal, caracterizando-se, então como uma Gestação de Alto Risco (GAR). Segundo o Ministério da Saúde a GAR corresponde a probabilidade de uma evolução desfavorável, incorrendo em problemas tanto para o feto quanto para a mãe, devido a fatores como agravos, doenças ou intercorrências gestacionais (MS, 2010).

Em condições fisiológicas, a gestante depara-se com uma transformação brusca em seu organismo, apresentando alterações metabólicas, clínicas e laboratoriais, importante nesta fase de desenvolvimento embrionário. As alterações metabólicas podem proporcionar à mulher risco aumentado de doenças, atingir o crescimento fetal e aumentar o risco de intercorrências do nascimento, como por exemplo: pré-eclâmpsia e acidente cardiovascular (BAKKER et al., 2011).

Transformações placentárias e sistêmicas que surgem no organismo materno, pela inadequação do sistema imune em reconhecer o feto durante a gestação, podem propiciar o surgimento de algumas graves modificações, tais como: prematuridade, hipóxia perinatal, óbito perinatal, má formação congênita, restrição de crescimento (BAZAGA et al., 2009).

Sabe-se que o período de evolução de uma gravidez é um dos fatores essenciais para o seu êxito. Dentre os fatores, destacam-se: a progesterona; a distensão miometrial; os níveis elevados de estrógenos e de citocinas inflamatórias. Esses são exemplos de agentes que estimulam a contratilidade uterina. Há evidências de que ocorra infiltração de leucócitos e macrófagos na interface materno-fetal no início do trabalho de parto em placentas humanas e de camundongos. Há evidências também de que fenômenos imunoinflamatórios com ativação de macrófagos no miométrio e no colo uterino estão associados ao desencadeamento do trabalho de parto (MACKLER et al., 1999; THOMPSON et al., 1999; ALVES et al., 2009).

O aumento do fator alfa de necrose tumoral (TNF- α), das interleucinas-1 (IL-1), 2 (IL-2) e 8 (IL-8) no líquido amniótico, a maior expressão do RNA mensageiro da IL-6 e IL-8 no cório-decídua, no colo uterino e no miométrio e a maior expressão do RNA mensageiro da IL-1beta e IL-8 no âmnio sugerem que os macrófagos possam estar fortemente associados ao trabalho de parto (GRAVETTI et al., 1994; OSMAN et al., 2003; ALVES et al., 2009).

A quantidade de macrófagos e linfócitos T aumenta no estroma das vilosidades coriônicas nos casos de trabalho de parto prematuro com vilosites inespecíficas. Detectou-se, também, uma maior concentração de macrófagos (células CD14+ e CD 68+) entre o miométrio e a placa basal de placentas humanas em caso de pré-eclâmpsia e trabalho de parto prematuro (GRECO et al., 1992, ALVES et al., 2009).

Os macrófagos fetais, conhecidos como células de Hofbauer (HBC), localizam-se no estroma das vilosidades coriônicas da placenta durante toda gestação (BULMER; JOHNSON, 1984; WOOD, 1980; GOLDSTEIN et al., 1988; GRIGORIADIS et al., 2013).

Estas células desempenham um papel central no desenvolvimento e manutenção da placenta humana porque secretam citocinas importantes para o crescimento e diferenciação do trofoblasto (KHAN et al., 2000; GRIGORIADIS et al., 2013).

Os macrófagos fetais podem ser reconhecidos em vilosidades da placenta em um estágio muito inicial de desenvolvimento (após o 18^o dia de gestação). Estas células tem sido identificadas nas complicações gestacionais. O HBC pode desaparecer ou se tornar escasso após o quarto ao quinto mês de gestação. Por outro lado, nos casos de placentas patológicas devido à restrição do crescimento intrauterino (RCIU) ou diabetes mellitus gestacional, a densidade de Células de Hofbauer parece estar aumentada. No entanto, estudos de microscopia eletrônica e imunohistoquímica demonstraram a presença dessas células durante toda a gravidez normal, sem complicações. (DEMIR; ERBENGI, 1984; MARTONOLI et al., 1984; KONDI-RAFITI et al., 2013).

Segundo Maia Filho et al. (2007) durante o envelhecimento da placenta, as ramificações das vilosidades e as ramificações terminais tornam-se mais numerosas e menores, diminuindo o volume e o citotrofoblasto, adalçando o sinciciotrofoblasto, formando nós e vasos proeminentes da superfície do vilão.

Neste contexto, diante das informações supracitadas, seria possível que houvesse uma maior ou menor quantidade das células de Hofbauer presente na matriz celular placentária, para atender às necessidades metabólicas crescentes do feto de mães de médio e alto risco, sob condição de vulnerabilidade social e assistidas pelas maternidades públicas do Recife.

2 | OBJETIVOS

Este estudo objetivou caracterizar a histologia das células de Hofbauer em placentas de mães de médio e alto risco, atendidas nas maternidades públicas do Recife.

2.1 Objetivos específicos

- Identificar o perfil socioeconômico de mães assistidas em maternidades Públicas do Recife.
- Identificar a estrutura de placenta a termo de mães assistidas em maternidades Públicas do Recife
- Caracterizar a presença das Células de Hofbauer das vilosidades coriônicas das placentas de mães assistidas em maternidades Públicas do Recife.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização e coleta das placentas

Placentas a termo foram coletadas nas maternidades do Recife, de mulheres com idade variando entre 38 a 41 semanas, oriundas de partos normais e cesáreos.

Na sala de expurgo, essas placentas foram pesadas e medidas: espessura, diâmetro, altura e comprimento. Em seguida, elas foram identificadas e fotografadas em diversos ângulos e conduzidas a laboratório para processamento histológico (XAVIER et al., 2011).

3.2 Análise histológica das placentas

Amostras do tecido placentário foram dissecadas e processadas. Foram realizados cortes histológicos de 5 μ m. As preparações foram fixadas, coradas em hematoxilina e eosina e conduzidas para avaliação microscópica.

3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados quantitativos foram analisados através das médias e erro padrão. Teste de significâncias adequados ao tamanho da amostra foram aplicados para avaliar as diferenças estatísticas entre os grupos. Em que p foi menor que 5 % ($p < 0,05$).

3.4 QUESTIONÁRIO

Foi aplicado um questionário semidiretivo, tendo como tema transversal a placenta, e sua relação com as condições clínicas e socioeconômicas das gestantes (aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco CEP/CCS/UFPE, baseado na Resolução N° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação microscópica dos fragmentos das placentas a termo coletadas evidenciou a presença de lesões na face fetal dos tecidos estudados (figura 1).

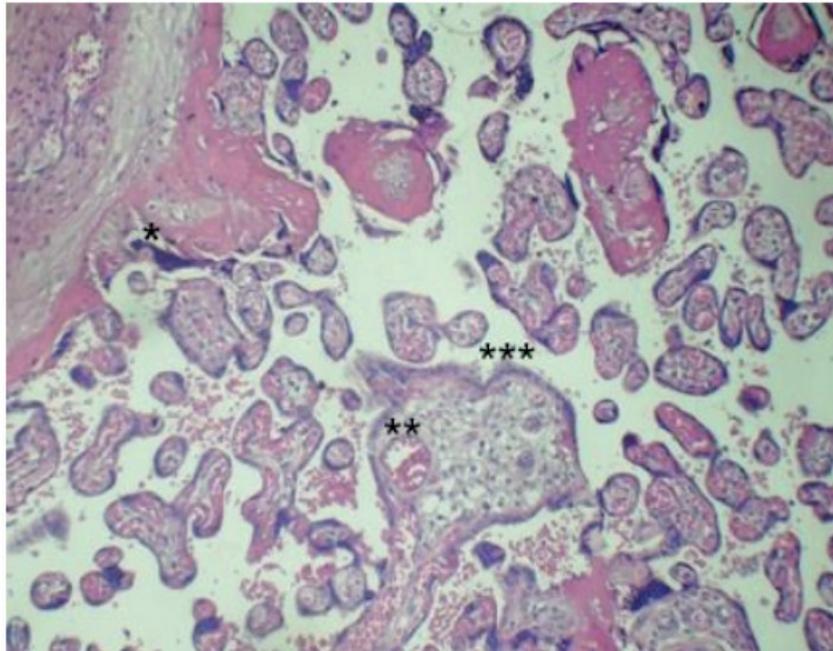


Figura 1 – Microscopia de tecido placentário evidenciando vilosidades coriônicas a termo, com manchas eosinofílicas (*), vasos sanguíneos (**), de mães atendidas em Maternidades Públicas do Recife – HE – 10 x.

Foram identificadas a presença de vários pontos com espessamento da membrana vilosa, manchas eosinofílicas, vilosidades tortuosas, além de áreas de congestão entre os espaços intervilosos e nos vasos sanguíneos (Figura 2).

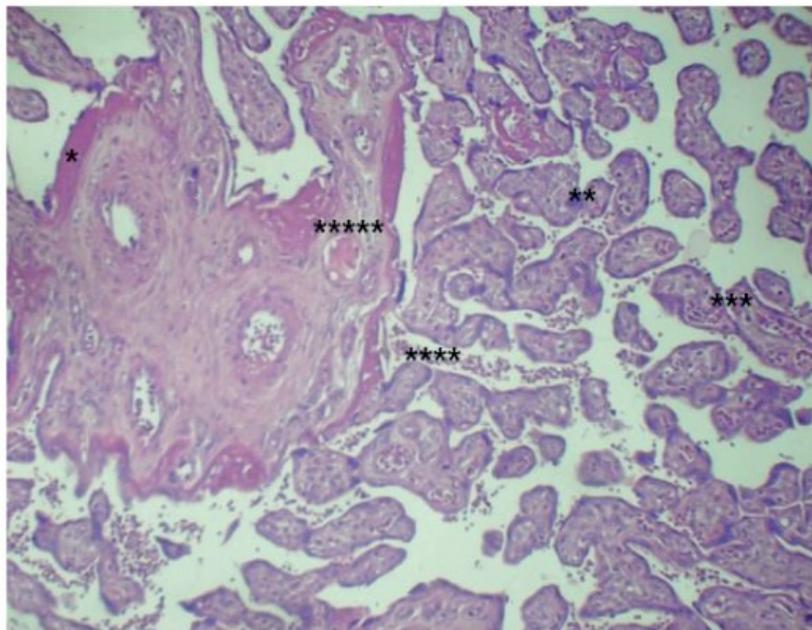


Figura 2 – Microscopia de tecido placentário evidenciando vilosidades coriônicas a termo, com membrana vilosa (*), manchas eosinofílicas (**), vilosidades coriônicas (***), espaços intervilosos (****) vasos sanguíneos (*****) de mães atendidas em Maternidades Públicas do Recife – HE – 10 x.

Tais repercussões talvez se reflitam na característica macroscópica da placenta. Este fato possivelmente seja uma repercussão da característica macroscópica da

estrutura estudada, que foi observada durante a coleta do material. Foi evidenciada deposição de placas ateromatosas na superfície endotelial, que são observadas como manchas eosinofílicas; vasos sanguíneos dilatados e congestionados, além do estreitamento dos espaços intervilosos (Figuras 1 e 2).

O sinciciotrofoblasto é uma massa sem limites celulares reconhecíveis, com processos digitiformes que produzem substâncias que erodem os tecidos maternos (vasos sanguíneos, glândulas e tecido conjuntivo), permitindo que o blastocisto penetre no endométrio. O sinciciotrofoblasto é funcional e o principal sítio de produção hormonal e proteico na gestação (FRIDMAN, 2005).

Segundo Brazaga et al. (2009), alterações morfológicas placentárias tais como: infiltrado inflamatório, infartos placentários, deposição de fibrina, vilosidade crônica, calcificações, trombose intervilosa, falcização de hemácias maternas no espaço intervilosos e alterações vasculares podem indicar doenças maternas sistêmicas como hipertensão, diabetes e infecções, e ainda intercorrências fetais com recém-nascidos pequenos para a idade gestacional.

De acordo com Macara et al. (1995), Krebs et al. (1996) e Montenegro et al. (1997), Ribas et al. (2015) as alterações funcionais placentárias estão associadas com lesões histológicas intensas.

Em relação as células de Hofbauer (Figura 3), elas apresentaram morfologia preservada, citoplasma volumoso, vacuolado e esférico, de acordo com a descrição de Di Fiori (2008).

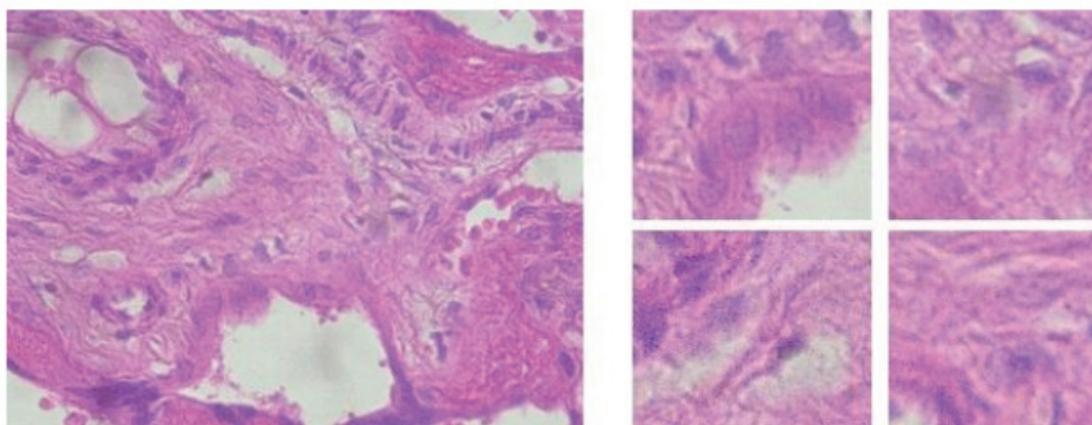


Figura 3 – Microscopia de tecido placentário evidenciando Células de Hofbauer presentes na vilosidade coriônica a termo de mães atendidas em Maternidades Públicas do Recife – HE – 40 x.

Inúmeras e complexas interações entre o útero receptivo e o blastocisto maduro permitem o sucesso da implantação e, conseqüentemente, o desenvolvimento fetal, no qual células trofoblásticas são essenciais, por modularem, direta e indiretamente, o perfil tolerogênico essencial para o desenvolvimento fetal. (CHAOUAT et al., 2010; YOSHINAGA, 2010; SALOMONE et al., 2012).

Os macrófagos exibem uma importante plasticidade funcional, adaptativa e

reversível às alterações do microambiente órgão-específico gestacional (STOUT; SUTTLES, 2004).

Na pesquisa, quando comparamos os padrões morfológicos das células de Houfbauer das placentas a termo de mães com e sem doenças: diabetes, hipertensão, anemia, desnutrição, em sua maioria, foi observado que não houve diferença significativa entre elas ($p < 0,05$). Quando analisamos a estrutura celular, evidenciamos que o diâmetro do citoplasma ($25 \mu\text{M}$), do núcleo ($9 \mu\text{M}$) e do vacúolo ($11 \mu\text{M}$), também não apontaram diferença significativa entre os grupos analisados, apesar da vulnerabilidade social. Demonstrando que houve uma equidade da amostragem em relação ao nível socioeconômico, mesmo apresentando graus de estratificação social.

As células de Houfbauer são caracterizadas frequentemente como pleomórficas do estroma das vilosidades com morfologia redonda, fusiforme, ou de aparência estrelada (HOUFBAUER, 1925; ENDER, REI, 1970; REI, 1987; GRIGORIADIS et al., 2013). Estas células apresentam o tamanho intimamente relacionado com o comprimento dos seus processos. O seu diâmetro varia de 10 a 30 μm . De aspecto mais marcante, elas são altamente vacuolizadas e seu citoplasma é granulado e possui material amorfo de densidade variável, grânulos densos (presumivelmente lisossomos), e breves perfis de retículo endoplasmático (HOUFBAUER, 1925; ENDER; REI, 1970; REI, 1987; GRIGORIADIS et al., 2013). Estes dados foram evidenciados em nossos resultados, e possivelmente estão de acordo com as descrições de Di Fiori (2008), que refere-se a estas células como grandes, que estão presentes no tecido conjuntivo placentário, sendo consideradas como macrófagos.

Bazaga et al. (2009) comentam que a placenta funciona como uma fonte fidedigna de informações em relação à origem de dados relevantes sobre a fisiopatogenia de intercorrências perinatais. Referem-se ainda, os autores, que as alterações morfológicas placentárias podem indicar doenças maternas sistêmicas, infecções e intercorrências fetais.

Nagamatsu; Schuts, (2010) mencionam que os macrófagos decíduais além de contribuir para o estabelecimento do perfil antiinflamatório induzido pelas células fetais ainda estão envolvidos com o suporte da invasão do trofoblasto no remodelamento vascular durante a implantação e a placentação. Comentam ainda, esses autores, que no sítio de implantação pode ser encontrado uma grande concentração de macrófagos decíduais, essenciais à modulação e à comunicação inicial entre as células maternas e fetais.

5 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir, então, que as transformações que acontecem no tecido materno-fetal durante a vida pré-natal envolvem a interação das células trofoblásticas e os macrófagos fetais, o que possivelmente envolve os processos de remodelamento, homeostase tecidual e interação entre a atividade celular e as funções fetais.

Os parâmetros microscópicos sugerem padrões de anormalidades que possivelmente foram desencadeadas durante o desenvolvimento fetal o que, conseqüentemente, pode interferir na qualidade de vida pós-natal.

Sendo assim, os aspectos socioeconômicos apresentaram-se heterogêneos, mas parece que não interferiu diretamente nos padrões analisados.

REFERÊNCIAS

BAIÃO, M.R.; DESLANDES, S.F. **Alimentação na gestação e puerpério**. Revista de Nutrição de Campinas. São Paulo, v. 19, nº. 02, p. 245 – 253. 2006.

BAZAGA, L.F.; PEREIRA, S.A.L; ROSSI, R.C.; CAVELLANI, C.L.; GUIMARÃES, C.S.O.; SALGE, A.N.M.; TEIXEIRA, V.P.A.; CASTRO, E.C.C.; CORRÊA, R.R.M. **Caracterização demográfica e morfométrica das síndromes hipertensivas da gestação**. Rev. ELETR. ENF. 11 (3). 2009. 590-597p.

BULMER JN, JOHNSON PM. **Macrophage populations in the human placenta and amniocorion**. Clin Exp Immunol. 1984;57(2):393- 403.

BROLIO, M.P.; AMBRÓSIO, C.E.; FRANCIOLLI, A.R.; MORINI, A.C.; GUERRA, R.R.; MIGLINO, M.A. **A barreira placentária e sua função de transferência nutricional**. Rev. Bras. Reprod. Anim. 34 (4). 2010. 222-232p.

DEMIR R, ERBENGI T. **Algumas novas descobertas sobre células de Hofbauer do viló corial da placenta humana**. Acta Anat (Basel). 1984; 119 (1): 18-26.

ENDERS, A.C., REI, B.F. **A citologia das células de Hofbauer**. Anat Rec. 1970; 167 (2): 231-6.

FRIDMAN, F.Z. **Níveis séricos de estradiol, progesterona e óxido nítrico em gestantes com síndrome de pré-eclâmpsia**, em Porto Alegre/RS. Dissertação da Faculdade de Medicina/UCRS. 2005. 87p.

GODFREY, K.M.; BARKER, D.K.P.; **Fetal nutrition and adult disease**. Am J. Clin. Nutr. 71, suppl. 7. 2000. S. 1344-1352p.

GOLDSTEIN J, BRAVERMAN M, SALAFIA C, BUCKLEY P. **The phenotype of human placental macrophages and its variation with gestacional age**. Am J Pathol. 1988; 133 (3):648-59.

GRAVETT, G.M, WITKIN, S.S, HALUSKA, G.J, EDWARDS, L.J., COOK, M.J., NOVY, M.J. **An experimental model for intraamniotic infection and pattern labor in rhesus monkeys**. Am J Obstet Gynecol. 1994; 171(6):1660-7.

GRECO, M.A, WIECZOREK, R., SACHDEV, R., KAPLAN, C., NUOVO, G.J, DEMOPOULOS, R.I. **Phenotype of villous stromal cells in placentas with cytomegalovirus, syphilis, and nonspecific villitis**. Am J Pathol. 1992; 141(4):835-42.

GRIGORIADIS, C.; TYMPA, A.; CREATSA, M.; BAKAS, P.; LIAPIS, A.; KONDI-PAFITI, A.; CREATSAS, G. **Hofbauer morfologia células e densidade em placentas de gestações normais e patológicas**. Rev. Bras. Ginecol. Obstet. vol.35 no.9 Rio de Janeiro setembro 2013.

GUDMUNDSSON, S.; DUBIEL, M.; SLADKEVICIUS, P. **Placental morphologic and funcional imaging in high-risk pregnancies**. Semin Perinatol. 33. 2009. 270-280p.

HAGGARTY, P.; ALLSTAFF, S.; HOAD, G.; ASHATON, J.; ABRAMOVICH, D.R. **Placental nutrient**

transfer capacity and fetal growth. Placenta. 23. 2002, 86-92p.

HOFBAUER, J. **A função das células de Hofbauer da vilosidade coriônica, particularmente em relação à infecção aguda e sífilis.** Am J Obstet Gynecol. 1925; 10 (1): 1-14.

KHAN S, KATABUCHI H, ARAKI M, NISHIMURA R, OKAMURA H. **Human villous macrophage-conditioned media enhance human trophoblast growth and differentiation in vitro.** Biol Reprod. 2000; 62 (4):1075-83.

KONDI-PAFITI A, GRIGORIADIS C, SAMIOTAKI D, FILIPPIDOU-GIANNOPOULOU A, KLEANTHIS C, O ESTUDO HASSIAKOS D. **imuno-histoquímica de inibina A e B expressão em placentas de gestações normais e patológicas.** Clin Exp Obstet Gynecol. 2013; 40 (1): 109-12.

MACKLER, A. M., IEZZA, G., AKIN, M.R., MCMILLAN, P., YELLON, S.M. **Macrophage trafficking in the uterus and cervix precedes parturition in the mouse.** Biol Reprod. 1999;61 (4):879-83.

MARTINOLI C, CASTELLUCCI M, ZACCHEO D. **Microscopia eletrônica de Kaufmann P. Digitalização de células estromais de vilosidades da placenta humana ao longo da gravidez.** Tissue Cell Res. 1984; 235 (3): 647-55.

MELETI D; CAETANO ACR, MACHADO LM, NARDOZZA, ARAUJO JUNIOR E, MORON AF. **A ultrassonografia rotineira em pré-natal de baixo risco colabora com a diminuição das mortalidades maternas e neonatais?** FEMINA.2010; 38(8): 435-9.

OLIVEIRA, L.H., XAVIER, C.C., LANA, A.M.A. de. **Alterações morfológicas placentárias de recém-nascidos pequenos para a idade gestacional.** Jornal de Pediatria, Rio de Janeiro, v.78, n.5, 2002.

OSMAN I, YOUNG A, LEDINGHAM MA, THOMSON AJ, JORDAN F, GREER IA, et al. **Leukocyte density and pro-inflammatory cytokine expression in human fetal membranes, decidua, cervix and myometrium before and during labour at term.** Mol Hum Reprod. 2003;9(1):41-5.

REI, B.F. **Diferenciação ultra-estrutural dos componentes do estroma e vasculares no início de vilosidades macaque placentária.** Am J Anat. 1987; 178 (1): 30-44.

RIQUELME, G. **Placental choride channels:** review. Placenta. 30. 2009. 659-669p.

THOMSON, A.J, TELFER, J.F, YOUNG, A., CAMPBELL, S., STEWART, C.J, CAMERON, I.T., et al. **Leukocytes infiltrate the myometrium during human parturition: further evidence that labour is an inflammatory process.** Hum Reprod. 1999;14 (1):229-36.

WOOD GW. **Mononuclear phagocytes in the human placenta.** Placenta. 1980; 1 (2):113-23.

YUEN, R.K.C.; ROBINSON, W.P. Review: **A high capacity of the human placenta for genetic and epigenetic variation: implications for assessing pregnancy outcome.** Placenta. 25. 2001, 136-141p.

CONDIÇÃO CLÍNICO-FUNCIONAL DE IDOSOS DE UMA COMUNIDADE DA ZONA RURAL

Data de submissão: 02/12/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Ponta Grossa (UEPG).

Ponta Grossa- Paraná

<http://orcid.org/0000-0001-6169-8826>

Luciana Julek

Hospital Universitário Regional dos Campos Gerais (HU-UEPG).

Ponta Grossa- Paraná

<https://orcid.org/0000-0001-6898-6839>

Danielle Bordin

Hospital Universitário Regional dos Campos Gerais (HU-UEPG), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Ponta Grossa- Paraná

<http://orcid.org/0000-0001-7861-0384>

Luciane Patrícia Andreani Cabral

Hospital Universitário Regional dos Campos Gerais (HU-UEPG), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Ponta Grossa- Paraná

<http://orcid.org/0000-0001-9424-7431>

Taís Ivastcheschen

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Ponta Grossa- Paraná

<http://orcid.org/0000-0001-8496-5990>

Heloize Gonçalves Lopes

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Ponta Grossa- Paraná

<https://orcid.org/0000-0001-8664-4656>

Clóris Regina Blanski Grden

Hospital Universitário Regional dos Campos Gerais (HU-UEPG), Universidade Estadual de

RESUMO: O termo fragilidade é usado para representar o grau de vulnerabilidade do idoso, considerada uma síndrome multifatorial. Objetivo: relatar a condição clínico-funcional de idosos da comunidade rural, por meio de um instrumento de avaliação multidimensional. Metodologia: Estudo transversal, descritivo fruto de um projeto de extensão realizado junto a 60 idosos residentes na zona rural de Ponta Grossa, em 2019. Os dados foram coletados durante a consulta domiciliar pela equipe multiprofissional, com a aplicação de um questionário sociodemográfico e instrumento que avalia a fragilidade dos idosos (IVCF-20) e avaliados descritivamente. Resultados: Dos 60 idosos, 30 (50%) foram classificados como idoso robusto, 19 (32%) como potencialmente frágil e 11 (18%) como frágil. A maioria dispõe de uma percepção boa de saúde (62%), capacidade de realizar atividades básicas (97%) e instrumentais de vida diária (90%), de elevar os braços acima do nível do ombro (90%) e de movimento de pinçar os dedos (90%). Grande parte tem condições locomotora (85%) e auditiva (92%) adequadas. Dentre as condições que mais afetaram os idosos

avaliados destacam-se: esquecimento frequente (33%), desânimo e desesperança (37%), velocidade da marcha reduzida (42%), dificuldade de visão (32%) e presença de multimorbidade (32%). Conclusão: O atendimento multiprofissional aos idosos tem possibilidade de prevenção uma vez que a equipe faz um rastreio e a indicação de intervenções interdisciplinares capazes de melhorar a autonomia e independência do idoso prevenindo o declínio funcional, institucionalização e óbito.

PALAVRAS-CHAVE: Idoso; Saúde; Fatores de risco; Fragilidade.

CLINICAL AND FUNCTIONAL CONDITION OF ELDERLY FROM A RURAL AREA COMMUNITY

ABSTRACT: The term frailty is used to represent the degree of vulnerability of the elderly, considered a multifactorial syndrome. Objective: To report the functional clinical condition of the elderly in the rural community through a multidimensional assessment instrument. Methodology: Cross-sectional, descriptive study resulting from an extension project conducted with 60 elderly residents in rural Ponta Grossa, in 2019. Data were collected during the home consultation by the multiprofessional team, through the application of a sociodemographic questionnaire and an instrument that evaluates frailty (IVCF-20) and evaluated descriptively. Results: Of the 60 elderly, 30 (50%) were classified as robust, 19 (32%) as potentially fragile and 11 (18%) as fragile. Most have a good perception of health (62%), ability to perform basic (97%) and instrumental activities of daily living (90%), raising their arms above shoulder level (90%) and movement of pinch the fingers (90%). Most have adequate locomotor (85%) and hearing (92%) condition. Among the conditions that most affected the elderly evaluated were: frequent forgetfulness (33%), discouragement and hopelessness (37%), reduced gait speed (42%), vision difficulty (32%) and presence of multimorbidity (32%). Conclusion: Multidisciplinary care for the elderly has the possibility of prevention since the team makes a screening and indication of interdisciplinary interventions capable of improving the autonomy and independence of the elderly, preventing functional decline, institutionalization and death.

KEYWORDS: Aged; Health; Risk Factors; Frailty.

1 | INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento está intimamente ligado à fragilidade, nos mais diferentes graus, termo que compreende a vulnerabilidade dos idosos às condições negativas de saúde como declínio funcional e suas consequências, redução da reserva homeostática ou da capacidade de adaptação às agressões biopsicossociais, quedas, internação hospitalar, institucionalização e óbito (DE MORAES et al., 2016).

No Paraná estima-se uma prevalência de 10,7% de fragilidade em idosos residentes na comunidade, com maior frequência no sexo feminino e crescente com o avançar da idade (PARANÁ, 2017).

Farías-Antúnez e Fassa (2019) pontuam que no Brasil, a prevalência de fragilidade

em idosos variou entre 8,7 e 47,2%, no período de 2009 a 2017, sendo que quanto maior o número de morbidades, mais susceptível a fragilidade o idoso se torna.

A fragilidade representa um potencial problema de saúde pública, por ser um processo dinâmico e progressivo, onde ocorre redução das funções físicas, psicológicas e sociais. Desta forma, o reconhecimento precoce desses idosos frágeis ou em risco de fragilização permite uma atuação diretiva nos cuidados em saúde capaz de: potencializar a autonomia dos sujeitos, reduzir complicações, preservar as reservas funcionais e cognitivas e, por conseguinte, prevenir incapacidades, hospitalização e, até mesmo, óbitos (FALLER et al., 2019; PARANÁ, 2017).

Quando se fala em idoso que vive em zona rural, se tem uma preocupação maior em manter a autonomia desses pacientes, tendo em vista que o acesso à saúde nesses locais é dificultado devido às barreiras geográficas, distância dos serviços de saúde e baixa disponibilidade de transporte de cunho público e privado (GRDEN et al., 2019).

Frente ao exposto, o Programa de Residência Multiprofissional em Saúde do Idoso, criou um projeto de extensão intitulado “Atuação da residência multidisciplinar em saúde do idoso no Programa Centro Rural de Treinamento e Ação Comunitária (CRUTAC)”, com vistas a propiciar o cuidado integral e multiprofissional em saúde, apoiados em um diagnóstico de grau de fragilidade destes idosos da zona rural, na veicidade de mudança na qualidade de vida dos idosos rurais.

Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo relatar a condição clínico-funcional de idosos da comunidade rural assistida pelo referido projeto, por meio de um instrumento de avaliação multidimensional.

2 | METODOLOGIA

O projeto de extensão

O projeto de extensão “Atuação da residência multidisciplinar em saúde do idoso no Programa Centro Rural de Treinamento e Ação Comunitária (CRUTAC)” é desenvolvido em parceria com o Departamento de Enfermagem e Saúde Pública e com o Hospital Universitário Regional dos Campos Gerais da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), contando com a participação de residentes multiprofissionais em saúde do idoso (n=12), (enfermeiros, farmacêuticos, dentistas, fisioterapeutas, assistentes sociais), agentes universitários (n=02) e professores (n=03).

O projeto desenvolve práticas voltadas à comunidade de idosos da zona rural de Itaiacoca, distrito do município de Ponta Grossa - PR. As ações são desenvolvidas no âmbito domiciliar, na área de abrangência da Unidade de Saúde da Família, intitulada CRUTAC. Quando expresso o desejo em participar, de livre e espontânea vontade, o idoso passa pelas avaliações pertinentes.

A equipe realiza o atendimento de forma multiprofissional para avaliação multidimensional do idoso, com aplicações de escalas e instrumentos, nele

compreendido o Índice de Vulnerabilidade Clínico Funcional-20 (IVCF-20). O IVCF-20 é um instrumento validado e preconizado pela rede de atenção à saúde do idoso do Paraná para avaliar a fragilidade dos idosos. É constituído por 20 questões distribuídas em dimensões: idade, autopercepção da saúde, incapacidade funcionais, cognição, humor, comunicação e comorbidades múltiplas (DE MORAES et al., 2016; PARANÁ, 2017). A pontuação total é 40 e quanto mais alto o valor obtido, maior será o risco de vulnerabilidade do idoso (DE MORAES et al., 2016).

O instrumento conta com perguntas fechadas, que devem ser respondidas pelo próprio idoso, ou pelo familiar que convive com ele, e avaliações antropométricas de peso, altura, circunferência de panturrilha e velocidade de marcha (DE MORAES et al., 2016).

O IVCF-20 foi desenvolvido para identificar o idoso em risco de vulnerabilidade e assim fazer com que as intervenções sejam feitas de forma que o idoso robusto não se torne um idoso potencialmente frágil e o idoso potencialmente frágil não seja um idoso frágil (PARANÁ, 2017).

Os valores apresentados são caracterizados da seguinte forma: de 0 a 6, o idoso é robusto; de 7 a 14, o idoso é potencialmente frágil; e o valor \geq a 15, o idoso é caracterizado como frágil. Segundo Moraes et al. (2016), um idoso robusto é aquele que desenvolve todas suas atividades sem dependência, não apresentando nenhuma incapacidade funcional e sem nenhuma doença crônica; um idoso potencialmente frágil é aquele que apresenta condições de desfecho adversos pelo maior risco de declínio funcional estabelecido, ou seja, com debilidade física e mental, mas apresentando-se independente e autônomo; e o idoso frágil é aquele que apresenta uma semi-dependência ou dependência total nas suas atividades.

Após rastreio de fragilidade de cada idoso, a equipe avalia as dimensões em que o idoso pontuou, ou seja, que dispõe de uma vulnerabilidade e quando necessário, aprofunda a investigação por meio de aplicações de instrumentos, escalas e exames físicos complementares para um diagnóstico mais aprofundado da condição levantada. Feito isso, fomenta um plano de cuidado individual, baseado na vulnerabilidade que o idoso apresenta, considerando cada uma das dimensões avaliadas.

Ao final da avaliação, todos os envolvidos no projeto discutem os casos atendidos e planejam junto com o paciente a construção de projetos terapêuticos singulares, de forma a ampliar e qualificar a atenção à população idosa atendida.

A pesquisa

Trata-se de um estudo transversal, quantitativo, exploratório descritivo, desenvolvido junto totalidade de idosos atendidos pelo referido projeto de extensão no ano de 2019 (n=60).

Considerou-se como critérios de inclusão: possuir 60 anos ou mais; residir na zona rural e pertencer ao território de atuação do referido projeto de pesquisa. Foram excluídos indivíduos que não estavam no domicílio no momento da consulta e que não aquiesceram com a participação no estudo.

As informações foram angariadas pela equipe multiprofissional durante as consultas domiciliares por meio de um questionário estruturado, contendo características sociodemográficas e o instrumento IVCF-20 (PARANÁ, 2017).

Os dados foram tabulados no *software* Microsoft Excel 2013® e analisados descritivamente por meio de frequência absoluta e relativa.

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos, sob o parecer CAAE nº 21585019.3.0000.0105, respeitando os ditames da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e a Declaração de Helsinki.

3 | RESULTADOS

Dos 60 idosos atendidos pela equipe multiprofissional de saúde, a maioria era do sexo feminino, branca, casada, com faixa etária entre 60 a 74 anos, de baixa escolaridade e com renda de até 02 salários mínimos (Tabela 01).

Quanto à classificação de fragilidade, 30 (50%) foram classificados como idoso robusto, 19 (32%) como potencialmente frágil e 11 (18%) frágil (Tabela 01).

Em relação à autopercepção da saúde, 37 (62%) consideraram sua saúde excelente, muito boa ou boa. Para a realização de atividade de vida diária, 53 (88%) idosos continuam fazendo suas compras, 56 (93%) controlam seu dinheiro e continuam realizando trabalhos domésticos e 58 (97%) tomam banho sozinhos (Tabela 02).

No que tange à cognição uma parcela expressiva 20 (33%) destes idosos relataram esquecimento, com quadros de piora com o passar dos meses 12 (20%). Ainda, vários idosos 22 (37%) apresentaram desânimo, tristeza ou desesperança, sendo que 07 (12%) perderam o interesse em realizar atividades que antes eram prazerosas (Tabela 02).

Em relação à mobilidade, a maioria apresentava capacidade de elevar os braços acima dos ombros (90%) e pegar pequenos objetos (90%), tem condição locomotora (85%). Contudo, 25 (42%) apresentaram velocidade da marcha reduzida e 12 (20%) tiveram duas ou mais quedas no último ano e 15 (25%) apresentaram perda de urina ou fezes sem querer (Tabela 02).

Em relação à comunicação, 19 (32%) idosos relataram dificuldade de visão e 05 (8%) de audição. E, por fim, idosos que apresentam comorbidades múltiplas, avaliadas pela presença de cinco ou mais doenças crônicas, uso regular de 05 ou mais medicamentos diferentes e internação no últimos 06 meses foram 19 (32%) idosos (Tabela 02).

Variável	Classe	n	%
Sexo	Feminino	31	52%
	Masculino	29	48%
Idade	De 60 a 74 anos	40	67%
	De 75 a 84 anos	18	30%

Cor	Mais de 85 anos	02	3%
	Branco	38	75%
	Pardo	09	17%
	Negro	04	8%
Escolaridade	Analfabeto	10	20%
	Ensino fundamental incompleto	36	70%
	Ensino fundamental completo	06	12%
Estado civil	Casado	34	67%
	Viúvo	14	27%
	Divorciado	02	4%
	Solteiro	01	2%
Classificação IVCF-20	Idoso robusto	30	50%
	Idoso potencialmente frágil	19	32%
	Idoso frágil	11	18%
Comparando com outras pessoas de sua idade, você diria que sua saúde é:	Excelente, muito boa ou boa	37	62%
	Regular ou ruim	23	38%

Tabela 01. Características sociodemográficas, classificação IVCF-20 e autopercepção de saúde de idosos residentes em uma zona rural. Ponta Grossa, 2019, (n=60).

Variável	Sim n (%)	Não n (%)
Deixou de fazer compras por causa da saúde	07(12)	53(88)
Deixou de controlar o dinheiro por causa de sua saúde	04(7)	56(93)
Deixou de realizar pequenos trabalhos domésticos por causa de sua saúde	04(7)	56(93)
Deixou de tomar banho sozinho por causa da saúde	02(3)	59(97)
Está ficando esquecido	20(33)	40(67)
Este esquecimento está piorando nos últimos meses	12(20)	48(80)
Este esquecimento está impedindo a realização de alguma atividade do cotidiano	04(7)	56(93)
Desânimo, tristeza ou desesperança	22(37)	38(63)
Perdeu o interesse ou prazer em atividades anteriormente prazerosas	07(12)	53(88)
Incapaz de elevar os braços acima do nível do ombro	06(10)	54(90)
Incapaz de manusear ou segurar pequenos objetos	06(10)	54(90)
Tem alguma das condições citadas	25(42)	35(58)
-Circunferência da panturrilha < 31 cm	00(0)	60(100)
-Velocidade da marcha (4m) > 05 segundos	25(42)	35(58)
-Perda de peso não intencional Índice de Massa Corporal menor que 22 kg/m ² .	00 (0)	60(100)
Dificuldade para caminhar capaz de impedir a realização de alguma atividade do cotidiano	09(15)	51(85)
Duas ou mais quedas no último ano	12(20)	48(89)
Perde urina ou fezes	14(25)	45(75)
Problemas de visão	19(32)	41(68)
Problemas de audição	05(8)	55(92)
Polifarmácia, multimorbidades ou internação frequente	19(32)	41(68)

Tabela 02. Condição clínico funcional de idosos residentes em uma zona rural. Ponta Grossa,

4 | DISCUSSÃO

A amostra deste estudo apresenta um perfil sócio demográfico composto por uma população de idosos jovens, sendo a maioria com idade entre 60 e 74 anos e do sexo feminino, semelhante ao perfil de outros estudos (ANES et al., 2012; PINTO et al., 2016). O maior número de idosas pode ser associado ao fato de que as mulheres têm atitudes de saúde mais positivas se comparadas aos homens, com menor exposição a situações de risco ao longo da vida (LIMA; ARAÚJO; SCATTOLIN, 2016).

Com relação à raça/cor, verificou-se predomínio da cor branca, tal achado corrobora com o tipo de colonização histórica que ocorreu na região sul-brasileira com características de colonização europeia. A baixa escolaridade dos idosos avaliados coaduna com a literatura, fator que se justifica pelas dificuldades de acesso a educação, que eram bem maiores no passado, se comparado à atualidade, ainda mais se relacionados a indivíduos que cresceram em zona rural (FERREIRA et al., 2012).

No que diz respeito à renda, a maioria dos idosos recebe entre 01 e 02 salários mínimos, estudo com idosos em zona rural apontou resultados semelhantes (PINTO et al., 2016). Como em sua maioria, os idosos, quando jovens, trabalhavam com lavouras e pecuária, sua renda era autônoma, sendo que na velhice são assegurados por aposentadoria rural, o que possivelmente justifica o dado (ROHDE; LASTA; AREOSA, 2016).

Quanto à classificação de fragilidade, metade dos idosos foi caracteriza-se como idoso robusto, 32% como potencialmente frágil e 18% frágil. O nível de fragilidade dos idosos avaliados foi superior ao encontrado na estratificação de risco para fragilidade realizado em 2017 com 264.892 idosos paranaenses (PARANÁ, 2017). Nesta avaliação, verificou-se 66% dos idosos paranaenses eram robustos, 20% potencialmente frágeis e 12% frágeis (PARANÁ, 2017). Estes valores mais elevados de fragilidade dos idosos da zona rural podem ser reflexos do baixo acesso e qualidade de diversos determinantes sociais de saúde vivenciados ao longo da vida, condição que pessoas que vivem em zonas rurais acabam experienciando de forma mais contundente se comparadas aos residentes da zona urbana e de grandes centros.

De modo geral, os idosos frágeis apresentam risco elevado para desfechos clínicos adversos, como dependência funcional, quedas, piora do quadro de doenças crônicas ou agudas, internações hospitalares, institucionalização e morte (GUARIENTO et al., 2012). Deste modo, atenção especial deve ser dispensada a este grupo, devendo ser priorizado o cuidado e o suporte familiar e social. É essencial fornecer a educação em saúde aos familiares, pois o enfrentamento familiar, o suporte e apoio da família ao idoso podem ser o maior aliado na prevenção da potencialização da fragilidade. O idoso frágil deve ser considerado prioridade nas ações de saúde.

Um fator que influencia na fragilidade do idoso é o modo que ele percebe sua própria saúde (BORGES et al., 2014; RIBEIRO et al., 2018). Uma parcela dos idosos avaliados relatou uma percepção negativa de saúde. A literatura aponta que indivíduos que relatam sentir desesperança em relação a sua situação de vida por conta da saúde, apresentam maior risco de mortalidade, se comparados a outros que referem autopercepção de saúde positiva (CONFORTIN et al., 2015).

Além disso, a autopercepção de saúde é um importante indicador de qualidade de vida, do impacto das doenças crônico-degenerativas e da forma com que cada idoso interpreta o processo de envelhecimento de acordo com sua história de vida, a maneira como ele se comporta em relação ao seu estado de saúde afetará seu bem-estar físico e/ou emocional e também estará relacionado às escolhas no modo de viver (BORGES et al., 2014; RIBEIRO et al., 2018).

Diante disso, a autopercepção de saúde pode ser utilizada como mecanismo para melhorar a saúde dos idosos, os profissionais de saúde poderão intervir nos determinantes que levam a ter esta percepção negativa de saúde, contribuindo para a promoção de saúde e melhorando a qualidade de como estes idosos estão envelhecendo e conseqüentemente, intervindo, também, no grau de fragilidade do idoso (BORGES et al., 2014).

Com relação à realização de atividades básicas e instrumentais de vida diária (ABVD e AIVD) verificou-se que na população deste estudo, encontram-se bem preservadas, sendo que a maioria dos idosos conseguem executá-las, coadunado com achados da literatura (PINTO et al., 2016).

A manutenção da capacidade funcional no idoso possui um papel fundamental em sua qualidade de vida, pois está diretamente ligada à autopercepção de saúde e conseqüentemente colabora para a expectativa de vida, um idoso capaz de realizar suas atividades se sente útil socialmente, esse sentimento contribui para a preservação de hábitos saudáveis de vida, de autocuidado e de saúde mental (LUSTOSA et al., 2016).

No que tange ao aspecto cognitivo, uma parcela expressiva de idosos referiu esquecimento, com piora ao longo de um ano. As queixas de memória estão presentes na população em geral, mas tendem a aumentar com o passar dos anos, sendo que o esquecimento é tido como multicausal (ESPIRITO-SANTO et al., 2016). Cabe ressaltar que o esquecimento não é sempre patológico podendo também, refletir a situação emocional do idoso, ainda, o déficit de memória pode ser associado ao nível de escolaridade, sendo que indivíduos com baixa escolaridade tendem a serem mais acometidos quanto aos aspectos cognitivos no processo de envelhecer (ESPIRITO-SANTO et al., 2016; MARCOLINO-GALLI; FONSECA, 2017; SILVA et al., 2014).

Também relacionado a outro aspecto de saúde mental, uma parcela considerável de idosos apresentou sintomas de tristeza e depressão com perda de interesse em atividades antes prazerosas. A prevalência de sintomas depressivos na população idosa descritos na literatura varia muito dependendo da escala utilizada, do local do

estudo e da faixa etária (GULLICH; DURO; CESAR, 2016).

Autores afirmam que o fator idade isolado não é capaz de aumentar o risco de depressão, e que está atrelado a condições comumente presentes no envelhecimento como a presença de morbidades, a dificuldade de acesso a serviços de saúde, a ocorrência de quedas, o grau de dependência do idoso para execução de tarefas cotidianas e o grau de fragilidade do idoso (MEDEIROS et al., 2016; MENDES-CHILOFF et al., 2019; RIBEIRO et al., 2018).

Aliado às condições do envelhecimento, neste estudo observou-se que muitos idosos são solitários em decorrência da estrutura familiar comprometida ou também pela emigração de familiares para ambientes urbanos em buscas de melhores condições financeiras. Pode-se citar, também, as condições geográficas, como grandes distâncias entre vizinhos, o que dificulta a comunicação, além da falta de meios de transporte, acesso a meios recreativos e de lazer assim como aos serviços de saúde. Também, particularidades já citadas como a baixa renda, baixo nível educacional, que são motivos de estresse mental ao idoso. Todas essas situações também constituem um desafio ao profissional de saúde que atua na área rural, pois há dificuldade de encaminhamento a serviços de especialidades, de psicologia, de desenvolver atividades lúdicas e recreativas aos idosos que melhorem sua qualidade de vida.

Verificou-se, também, que uma pequena parcela de indivíduos deste estudo apresentou incontinência urinária ou fecal, tal situação tem impacto social e mental a estes indivíduos, sendo fator de constrangimento, ansiedade e isolamento social, podendo influenciar no desenvolvimento de sintomas de tristeza e depressão (MELO et al., 2012).

Quanto ao resultado referente à diminuição de velocidade marcha, verificou-se que quase metade dos idosos a apresentaram, tal resultado gera preocupação uma vez que estudos demonstram que a redução na velocidade de marcha é o principal mecanismo que evidencia a fragilidade física em idosos, visto que pode aumentar a presença de declínio cognitivo, desfechos adversos de saúde, incapacidade funcional, risco de quedas e até mesmo morte (BINOTTO; LENARDT; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, 2018; GUEDES et al., 2019; LENARDT et al., 2019).

O número considerável de idosos com velocidade da marcha reduzida encontrado pode ser justificada pela atividade laboral exercida no campo. Na maioria das vezes, as atividades laborais no campo exigem grande esforço físico, exposição ao sol e a agrotóxicos, fatores ambientais, como solos desnivelados que propiciam um envelhecimento com agravos às funções motoras, com comprometimento ósseo-muscular.

Neste estudo, 20% dos idosos tiveram duas ou mais quedas no último ano. A queda é um evento de etiologia multifatorial, que pode estar associada à redução da velocidade da marcha e ao equilíbrio, nível de fragilidade, morbidades, polifarmácia, fatores ambientais e outros (FHON et al., 2016; NASCIMENTO; TAVARES, 2016). A

ocorrência de quedas, apesar de muito frequente, pode gerar prejuízos à autonomia e à independência dos idosos, pois, normalmente ocasiona fraturas, declínio da saúde, danos psicológicos como o medo de sofrer novas quedas, também, associa-se ao risco de morte e ao aumento dos custos com saúde (GUEDES et al., 2019).

No que diz respeito à presença de multimorbidades ou polifarmácia e internações frequentes, uma parte dos idosos referiram apresentar uma ou mais das 03 condições. No processo de envelhecimento espera-se o aumento da incidência de patologias crônicas, estas infelizmente são causas frequentes de comprometimento da qualidade de vida dos indivíduos e que também levam à polifarmácia (MALTA et al., 2017).

Esse achado implica considerar que o uso de vários medicamentos ocasiona efeitos colaterais, sendo que o uso inadequado das medicações favorece a agravos de saúde com consequente hospitalização (GUARIENTO et al., 2012). A associação entre o número de morbidades, a polifarmácia e também a ocorrência de internações frequentes, está relacionada ao aumento do escore de fragilidade no idoso (PARANÁ, 2017).

Neste estudo, demonstra-se a importância da atuação dos residentes multiprofissionais no cuidado ao idoso de zona rural, pois se desenvolve um cuidado direcionado aos aspectos de comprometimento segundo a pontuação apontada pelo IVCF-20.

Durante a visita domiciliar são fornecidas orientações de saúde, quanto a exercícios para prevenção de comprometimento ósseo-muscular, para o fortalecimento pélvico, para amparo da ergonomia e execução de atividade básica e instrumental de vida diária, visando à manutenção da capacidade funcional; organização do ambiente para a prevenção de quedas; enfrentamento frente à incontinência vesical; estímulo ao desenvolvimento de atividades de lazer como crochê, bordado, jogos com cartas, bingos, atividades de cunho religioso, visando prevenir o declínio cognitivo e favorecer o bem estar e bom humor nos idosos; orientações frente aos aspectos sociais, quanto a benefícios de previdência, acompanhamento sobre a estrutura familiar, etc.

Além disso, a visita em domicílio favorece a participação ativa dos familiares que também recebem educação em saúde para os cuidados de saúde aos idosos e estímulo ao desenvolvimento de ações que possibilitem uma melhora de qualidade de vida.

A atuação da residência em equipe multiprofissional também gera vínculo entre comunidade e serviço de saúde. A estratificação por meio do IVCF-20 também possibilita o encaminhamento do idoso a serviços de especialidades médicas, favorecendo diagnóstico preciso e intervenção adequada, considerando as especificidades do ambiente rural.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os idosos da zona rural apresentam boa condição clínico funcional, sendo na maioria idosos ativos. Os achados mostram a importância de um cuidado continuado preventivo junto aos idosos robustos, e para os idosos em risco de fragilização e frágeis, por meio do fomento de estratégias diretas com vistas a minimizar e ou a estagnar o grau de fragilidade, com investimento especial em ações que estimulem o fortalecimento da musculatura, a saúde mental, em especial a cognição e humor e medidas preventivas e recuperadoras junto às doenças crônicas não transmissíveis.

Com o atendimento da equipe multiprofissional na zona rural pode-se levar prevenção e promoção em saúde aos idosos, uma vez que a equipe faz um rastreio e a indicação de intervenções interdisciplinares capazes de melhorar a autonomia e a independência do idoso e prevenir o declínio funcional, a institucionalização e o óbito.

REFERÊNCIAS

- ANES, E. M. G. J. et al. **Comparação da qualidade de vida de idosos residentes em meio rural e urbano.** In: Dilemas atuais e desafios futuros \ I Congresso de Cuidados Continuados da Unidade de Longa Duração e Manutenção de Santa Maria Maior, p. 170–177, set. 2012. Disponível em: <https://biblioteca.digital.ipb.pt/bitstream/10198/8344/1/COMPARA%C3%87%C3%83O%20DA%20QUALIDADE%20DE%20VIDA%20DE%20IDOSOS%20RESIDENTES%20EM%20MEIO%20RURAL%20E%20URBANO.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.
- BINOTTO, M. A.; LENARDT, M. H.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, M. D. C. **Fragilidade física e velocidade da marcha em idosos da comunidade: uma revisão sistemática.** Revista da Escola de Enfermagem da USP, São Paulo, v. 52, n. e03392, p. 1–17, dez. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/re_eusp/v52/1980-220X-reeusp-52-e03392.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2019.
- BORGES, A. M. et al. **Autopercepção de saúde em idosos residentes em um município do interior do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 79–86, jan./mar. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbgg/v17n1/1809-9823-rbgg-17-01-00079.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.
- CONFORTIN, S. C. et al. **Autopercepção positiva de saúde em idosos: Estudo populacional no Sul do Brasil.** Cadernos de Saude Publica, Rio de Janeiro, v. 31, n. 5, p. 1–11, mai. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v31n5/0102-311X-csp-31-5-1049.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.
- DE MORAES, E. N. et al. **Clinical-Functional Vulnerability Index-20 (IVCF-20): Rapid recognition of frail older adults.** Revista de Saude Publica, São Paulo, v. 50, n. 81, p. 1–10, Dec. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rsp/v50/pt_0034-8910-rsp-S1518-87872016050006963.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2019.
- ESPIRITO-SANTO, H. et al. **Memória e envelhecimento: Qual o real impacto da idade?** Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social, v. 2, n. 2, p. 41–54, Set. 2016. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2999082. Acesso em: 28 de novembro de 2019.
- FALLER, J. W. et al. **Instruments for the detection of frailty syndrome in older adults: A systematic review.** PLoS ONE, v. 14, n. 4, p. 1–23, abr. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31034516>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.
- FARIAS-ANTÚNEZ, S.; FASSA, A. G. **Prevalência e fatores associados à fragilidade em população idosa do Sul do Brasil, 2014.** Epidemiol. Serv. Saude, v. 28, n. 1, p. 1–13, Mar. 2019.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ress/v28n1/2237-9622-ress-28-01-e2017405.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

FERREIRA, O. G. L. et al. **Envelhecimento Ativo e Sua Relação Com a Independência Funcional**. Texto e Contexto Enfermagem, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 513–518, jul./set. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v21n3/v21n3a04.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

FHON, J. R. S. R. A. P. R. et al. **Queda e sua associação à síndrome da fragilidade no idoso: revisão sistemática com metanálise**. Revista da Escola de Enfermagem da USP, São Paulo, v. 50, n. 6, p. 1005–1013, nov./dez. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v50n6/pt_0080-6234-reeusp-50-06-01005.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

GRDEN, C. R. . et al. **Atuação Da Residência Multidisciplinar Em Saúde Do Idoso Em Uma Comunidade Rural**. Revista Conexão UEPG, Ponta Grossa, v. 15, n. 2, p. 187–192, mai./ago. 2019. Disponível em: <https://www.revistas2.uepg.br/index.php/conexao/article/view/12774>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

GUARIENTO, M. E. et al. **Critérios de fragilidade, comorbidades e uso de fármacos em idosos assistidos em ambulatório de referência**. Geriatrics, Gerontology and Aging, v. 6, n. 1, p. 6–15, ago. 2012. Disponível em: <https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/publisher.gn1.com.br/ggaging.com/pdf/v6n1a02.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

GUEDES, R. DE C. et al. **Declínio da velocidade da marcha e desfechos de saúde em idosos: dados da Rede Fibra**. Fisioterapia e Pesquisa, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 304–310, jul./nov. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/fp/v26n3/2316-9117-fp-26-03-304.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

GULLICH, I.; DURO, S. M. S.; CESAR, J. A. **Depressão entre idosos: Um estudo de base populacional no Sul do Brasil**. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 19, n. 4, p. 691–701, out./dez. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v19n4/1980-5497-rbepid-19-04-00691.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

LENARDT, M. H. et al. **Gait Speed and Occurrence of Falls in the Long-Lived Elderly**. Reme Revista Mineira de Enfermagem, v. 23, n. e-1190, p. 1–6, 2019. Disponível em: <https://www.reme.org.br/artigo/detalhes/1333>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

LIMA, B. M.; ARAÚJO, F. A.; SCATTOLIN, F. A. DE A. **Qualidade de vida e independência funcional de idosos frequentadores do clube do idoso do município de Sorocaba**. ABCS Health Sciences, v. 41, n. 3, p. 168–175, 2016. Disponível em: <https://www.portalnepas.org.br/abcshs/article/view/907>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

LUSTOSA, S. A. S. et al. **Functional capacity evaluation of elderly person registered in a Family Health**. Cadernos UniFOA, Volta redonda, v. 32, n. 11, p. 91–98, dez. 2016. Disponível em: <http://revistas.unifoa.edu.br/index.php/cadernos/article/download/341/496>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

MALTA, D. C. et al. **Doenças crônicas não transmissíveis e a utilização de serviços de saúde: análise da Pesquisa Nacional de Saúde no Brasil**. Rev Saude Publica, São Paulo, v. 51, n. 1, p. 1–10, jun. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rsp/v51s1/pt_0034-8910-rsp-S1518-87872017051000_090.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

MARCOLINO-GALLI, J.; FONSECA, S. C. DA. **Sobre Queixas De Dificuldades De Memória Na Velhice**. Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 227–42, 2017. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/RevEnvelhecer/article/view/46818/44548>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

MEDEIROS, S. M. et al. **Factors associated with negative self-rated health among non-**

institutionalized elderly in Montes Claros, Brazil. *Ciencia e Saude Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 11, p. 3377–86, nov. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v21n11/1413-8123-csc-21-11-3377.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

MELO, B. et al. **Correlation between signs and symptoms of urinary incontinence and self-esteem in elderly women.** *Revista Brasileira De Geriatria E Gerontologia*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 41–50, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbagg/v15n1/05.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

MENDES-CHILOFF, C. L. et al. **Sintomas depressivos em idosos do município de São Paulo, Brasil: prevalência e fatores associados (Estudo SABE).** *REV BRAS EPIDEMIOL*, v. 21, n. Suppl 2, p. 1–16, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v21s2/1980-5497-rbepid-21-s2-e180014.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

NASCIMENTO, J. S.; TAVARES, D. M. DOS S. **Prevalence and Factors Associated With Falls in the Elderly.** *Texto Contexto Enferm*, v. 25, n. 2, p. 1–9, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/tce/v25n2/0104-0707-tce-25-02-0360015.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

PARANÁ. **Linha Guia da Saúde do Idoso.** Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. Superintendência de Atenção à Saúde., p. 149, 2017.

PINTO, A. H. et al. **Functional capacity to perform activities of daily living among older persons living in rural areas registered in the Family Health Strategy.** *Ciencia e Saude Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 11, p. 3545–55, nov. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v21n11/1413-8123-csc-21-11-3545.pdf>. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

RIBEIRO, E. G. et al. **Self-perceived health and clinical-functional vulnerability of the elderly in Belo Horizonte/Minas Gerais.** *Revista Brasileira de Enfermagem*, Brasília, v. 71, n. suppl 2, p. 860–867, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/reben/v71s2/pt_0034-7167-reben-71-s2-0860.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

ROHDE, J.; LASTA, E. C.; AREOSA, S. V. C. **Como Vivem Idosos Do Meio Rural No Interior Do RS.** In: *Jornada de Pesquisa em Psicologia - PSI UNISC: Pesquisa e Tecnologia na Psicologia Atual*, n. 6, p. 1–12, 2016. Disponível em: https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/jornada_psicologia/article/view/17696. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

SILVA, L. D. S. V. et al. **Relações entre queixas de memória, sintomas depressivos e desempenho cognitivo em idosos residentes na comunidade.** *Revista de Psiquiatria Clinica*, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 67–71, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rpc/v41n3/pt_0101-6083-rpc-41-3-0067.pdf. Acesso em: 28 de novembro de 2019.

DESCRIÇÃO DE CASOS CONFIRMADOS DE COINFECÇÃO DE TUBERCULOSE/HIV NO ESTADO DE GOIÁS

Data de submissão: 27/10/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Juliana Boaventura Avelar

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Goiânia, Goiás.

Murilo Barros Silveira

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Goiânia, Goiás.

Fábio Castro Ferreira

Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Medicina, Goiânia, Goiás.

Fernanda Soares da Mota

INCURSOS Pós-graduação, Goiânia, Goiás.

Tamires Mariana Dias Damas Rocha

Biomega Medicina Diagnóstica, Goiânia, Goiás.

Beatriz Gonçalves dos Santos

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Goiânia, Goiás.

Iara Barreto Neves Oliveira

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Goiânia, Goiás.

Aldenira Matias de Moura

Instituto ASGARD, Goiânia, Goiás.

Muriel Vilela Teodoro Silva

Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Goiânia, Goiás.

Marielly Sousa Borges

Secretaria do Estado e Saúde, Programa de Residência Multiprofissional em Infectologia, Goiânia, Goiás.

RESUMO: A tuberculose é considerada um dos mais graves problemas de saúde pública no Brasil, devido sua alta incidência e pela alta taxa de mortalidade em decorrência da influência direta de fatores sociais e econômicos. Trata-se de um estudo descritivo/retrospectivo de base populacional, utilizando dados secundários de casos confirmados de coinfeção Tuberculose/HIV ocorridos entre os anos de 2016 a 2018 no estado de Goiás, registrados no Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) e disponibilizados no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Foram confirmados 3.532 casos de tuberculose no estado de Goiás no período de 2016 a 2018, destes 389 casos apresentaram coinfeção por HIV. Dentre as variáveis demográficas foi observado que a maioria dos casos era do sexo masculino (79,9%), a faixa etária foi entre 20-39 anos (55,2%) e de raça parda (36,7%). No período estudado, 71,4% dos casos foram identificados como casos novos. A forma clínica mais prevalente foi a pulmonar, sendo representada por 68,6% dos casos. Dentre

os casos, 75% usaram TARV. Quanto a evolução dos casos, 48,5% apresentaram cura da tuberculose e 3,4% foram ao óbito devido a tuberculose. A descrição dos casos confirmados de coinfeção TB/HIV foi coincidente com o encontrado por outros estudos, com predomínio de homens jovens em idade produtiva. Houve predomínio da raça parda e a tuberculose pulmonar foi predominante, com incremento das formas extrapulmonares e mistas. Conclui-se serem oportunos estudos adicionais, com diferentes bases metodológicas, que permitam aperfeiçoar o atendimento aos pacientes com tuberculose e co-infectados por HIV.

PALAVRAS-CHAVE: Tuberculose; HIV; Coinfeção.

DESCRIPTION OF THE CONFIRMED CASES OF TUBERCULOSIS/HIV COINFECTION IN THE STATE OF GOIÁS

ABSTRACT: Tuberculosis is considered one of the most serious public health problems in Brazil due to its high incidence and high mortality rate due to the direct influence of social and economic factors. This is a descriptive / retrospective population-based study using secondary data from confirmed cases of tuberculosis / HIV co-infection that occurred between 2016 and 2018 in the state of Goiás, registered in the Notification Disease Information System (SINAN) and available on the website of the Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS). 3,532 cases of tuberculosis were confirmed in the state of Goiás from 2016 to 2018, of these 389 cases presented co-infection with HIV. Among the demographic variables, it was observed that most cases were male (79.9%), the age group was between 20-39 years (55.2%) and mixed race (36.7%). During the study period, 71.4% of the cases were characterized as new cases. The most prevalent clinical form was pulmonary, representing 68.6% of cases. Among the cases 75% used ART. Regarding the evolution of cases, 48.5% had cure of tuberculosis and 3.4% died due to tuberculosis. The description of confirmed cases of TB / HIV co-infection coincided with that found in other studies, with a predominance of young men of working age. There was a predominance of the brown race and pulmonary tuberculosis was predominant, with an increase in extrapulmonary and mixed forms. It is concluded that further studies with different methodological bases are appropriate to improve the care of patients with tuberculosis and co-infected with HIV.

KEYWORDS: Tuberculosis; HIV; Coinfection.

1 | INTRODUÇÃO

A tuberculose (TB) é considerada um dos mais graves problemas de saúde pública no Brasil, devido sua alta incidência e pela alta taxa de mortalidade em decorrência da influência direta de fatores sociais e econômicos (SAN PEDRO & OLIVEIRA, 2013). A infecção pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) aumenta a suscetibilidade a infecção por *Mycobacterium tuberculosis* e o risco de progressão para doença tuberculose, sendo que tanto na infecção recente ou latente, o risco aumenta à medida que a imunossupressão se estabelece (SANTOS & BECK, 2009).

A tuberculose pode ocorrer em qualquer fase da infecção pelo HIV, tanto na fase assintomática ou quando estabelecida a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS). O risco de um indivíduo não infectado por HIV desenvolva tuberculose no decorrer de sua vida é de 10%, porém em indivíduos infectados por HIV pode chegar até 50% (CAMPOS et al., 2012).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), estima-se que 14 milhões de pessoas infectadas com HIV no mundo, e destas 5,6 milhões estariam coinfetadas por tuberculose/HIV. No Brasil, com 400 mil pessoas infectadas pelo HIV, destas 120 mil infectadas pelo bacilo causador da tuberculose (RODRIGUES et al., 2010).

O aumento da coinfeção de TB/HIV impõe sobrecarga aos serviços de saúde, expondo as deficiências que existem nos programas de controle da tuberculose, e apresenta desafios aos profissionais de saúde na definição do diagnóstico, na avaliação e no tratamento, devido às modificações da tuberculose nesses pacientes, desde sua sintomatologia e evolução clínica até a resposta ao tratamento. Essas alterações por sua vez está associada ao aumento do risco de óbito e de contaminação de contatos próximos (BERALDO et al., 2012).

Em áreas de alta prevalência de HIV, a TB não pode ser prevenida e efetivamente tratada sem a prevenção e o tratamento do HIV/AIDS. Por outro lado, as ações direcionadas para o controle de TB são de fundamental importância na efetividade das ações programáticas de HIV/AIDS (CAMPOS et al., 2012; RODRIGUES et al., 2010). A prevalência do número de casos de coinfeção TB/HIV varia de acordo com os estados e cidades brasileiras, devido a fatores sociais e econômicos de cada região. Diante deste cenário, o objetivo do presente estudo é descrever o número de casos confirmados de coinfeção TB/HIV no estado de Goiás no período de 2016 a 2018.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo/retrospectivo de base populacional, utilizando dados secundários de casos confirmados de coinfeção Tuberculose/HIV ocorridos entre os anos de 2016 a 2018 no estado de Goiás, registrados no Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) e disponibilizados no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

A seleção das variáveis escolhidas para a análise foi categorizadas em dois grupos: 1) Variáveis epidemiológicas: sexo, faixa etária, raça; 2) Variáveis clínicas: tipo de entrada, critérios de confirmação, uso de TARV, forma clínica e evolução dos casos. Os dados foram avaliados e tabulados utilizando o software Microsoft Excel®. Os resultados foram apresentados através de frequências absolutas e relativas.

3 | RESULTADOS

Foram confirmados 3.532 casos de tuberculose no estado de Goiás no período de 2016 a 2018, destes 389 casos apresentaram coinfeção por HIV. Dentre as variáveis demográficas foi observado que a maioria dos casos eram do sexo masculino (79,9%), a faixa etária entre 20-39 anos (55,2%) e raça parda (36,7%) descritos na tabela 1.

Variável	Número de casos (n=389)	%
Sexo		
Masculino	311	79,9
Feminino	78	20,1
Faixa Etária		
<1-19 anos	7	1,8
20-39 anos	215	55,2
40-59 anos	156	40,1
>60 anos	11	2,9
Raça		
Branca	92	23,6
Preta	68	17,4
Parda	143	36,7
Amarela	2	0,8
Não informado	84	21,5

Tabela 1. Variáveis demográficas dos casos confirmados de coinfeção Tuberculose/HIV no estado de Goiás nos anos de 2016 a 2018.

Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação -SINAN NET (2019).

Na Tabela 2, pode ser observada a descrição das variáveis clínicas dos casos confirmados de coinfeção TB/HIV. No período estudado, 71,4% dos casos foram caracterizados como casos novos. A forma clínica mais prevalente foi a pulmonar, sendo representada por 68,6%. Dentre os casos, 75% utilizaram TARV. Quanto a evolução, 48,5% apresentaram cura da tuberculose e 3,4% foram ao óbito devido a tuberculose.

Variável	Número de casos (n=389)	%
Tipo de Entrada		
Caso novo	278	71,4
Recidiva	31	8,1
Reingresso	61	15,6
Após abandono	12	4
Pós óbito	7	1,8
Forma Clínica		
Pulmonar	267	68,6
Extrapulmonar	46	11,8

Pulmonar e Extrapulmonar	76	19,6
Uso de TARV		
Sim	292	75
Não	97	25
Evolução		
Cura	189	48,5
Abandono	97	24,9
Óbito por Tuberculose	13	3,4
Óbito por outras causas	90	23,2

Tabela 2. Variáveis clínicas dos casos confirmados de coinfeção Tuberculose/HIV no estado de Goiás nos anos de 2016 a 2018.

Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação -SINAN NET (2019).

4 | DISCUSSÃO

A tuberculose é a única das infecções oportunistas características da AIDS que é transmissível para outros indivíduos, e seu diagnóstico e tratamento precoce podem bloquear sua transmissão à população em geral (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

Neste estudo, constatou-se a ocorrência de coinfeção TB/HIV em 11% dos casos no período de 2016-2018. No Brasil, a expectativa para a taxa de coinfeção por TB em infectados por HIV é de 5%. A Região Sudeste é a região brasileira com maior prevalência de HIV, os indivíduos atendidos nos hospitais cerca de 30% apresentam coinfeção por TB (ROZMAN et al., 2007; BERALDO et al., 2012). Em Mato Grosso do Sul, a prevalência de coinfeção foi observada em 13% dos casos (SES, 2007).

No presente estudo, constatou-se predomínio do sexo masculino em 79,9% dos casos. Esse predomínio, já apontado em estudos sobre tuberculose, o que acompanha a tendência em outros estados e confirma que a população masculina como mais vulnerável e prevalente para a coinfeção por *Mycobacterium tuberculosis* e HIV (PASQUALOTTO et al., 2003; MUNIZ et al., 2006; JAMAL & MOHERDAUI, 2007; MALTA et al., 2010; BERALDO et al., 2012;).

A faixa etária com maior ocorrência, de 20 a 39 anos, revela que os pacientes são adultos jovens, em plena fase produtiva da vida profissional, o que traz repercussões sociais para paciente, família e sociedade. Esses dados são coincidentes com os da literatura, os quais confirmam tais faixas etárias como alvos das epidemias de AIDS e de tuberculose (MALTA et al., 2010; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

Outra tendência verificada foi a existência de casos na faixa etária de 40 a 59 anos, bem como casos de tuberculose em pacientes com mais de 55 anos, elevando a faixa etária daqueles acometidos por TB/HIV. Tal achado está em concordância com o expresso em documentos do Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS, que apontam tendência de crescimento nos casos de AIDS em homens de 40 a 59 anos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

No presente estudo, a apresentação clínica da tuberculose encontrada

com maior frequência foi a pulmonar. As apresentações extrapulmonares foram encontradas porém sem a descrição destas apresentações. A taxa de apresentação extrapulmonar foi de 11,8%, sendo que a tuberculose pode se tornar ativa em qualquer fase da evolução da infecção por HIV, mas em pacientes em estado avançado de comprometimento imunológico tem como forma de apresentação mais comum a extrapulmonar (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

A evolução dos casos foi predominante a cura. O diagnóstico precoce da tuberculose, em pacientes infectados por HIV, e o início de seu tratamento interrompe a evolução da doença, o que predispõem a melhora no estado clínico, com repercussões positivas no prognóstico (MALTA et al., 2010; BERALDO et al., 2012).

5 | CONCLUSÃO

A descrição dos casos confirmados de coinfeção TB/HIV foi coincidente com o encontrado por outros estudos, com predomínio de homens jovens em idade produtiva. Houve predomínio da raça parda e a tuberculose pulmonar foi predominante, com incremento das formas extrapulmonares e mistas. Conclui-se serem oportunos estudos adicionais, com diferentes bases metodológicas, que permitam aperfeiçoar o atendimento aos pacientes com tuberculose e co-infectados por HIV.

O sistema de subnotificação devem se comunicar de forma eficaz entre os programas de Tuberculose e HIV, com preenchimento minucioso dos registros para a comorbidade TB/HIV, como na capacitação que estimule o sucesso na comunicação dos diferentes profissionais envolvidos, como subsídio para as ações de planejamento e controle dessas doenças.

REFERÊNCIAS

BERALDO, A. A. et al. Atraso na busca por serviço de saúde para o diagnóstico da tuberculose em Ribeirão Preto (SP). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17; n. 2, p. 3079-3086. 2012.

CAMPOS, P. E. et al. Multidrug-resistant Mycobacterium tuberculosis in HIV-infected persons, Peru. **Emerg Infect Dis**, v. 9, n. 12, p. 1571-1578. 2003.

JAMAL, L. F.; MOHERDAUI, F. Tuberculosis and HIV infection in Brazil: magnitude of the problem and strategies for control. **Rev Saúde Pública**, v. 41, n. 1, p. 104-110. 2007.

MALTA, M. et al. Patient-provider communication and reproductive health among HIV-positive women in Rio de Janeiro, Brazil. **Patient Educ Couns**, v. 81, n. 3, p. 476-482. 2010.

Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Tuberculose. **Manual de recomendações para o controle da tuberculose no Brasil**. Brasília: Ministério da Saúde; 2011. 288 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

MUNIZ, J. N. et al. Aspectos epidemiológicos da co-infecção tuberculose e vírus da imunodeficiência humana em Ribeirão Preto (SP), de 1998 a 2003. **J Bra Pneumol**, v. 32, n. 1, p. 529-534. 2006.

SAN PEDRO, A.; OLIVEIRA, R. M. Tuberculose e indicadores socioeconômicos: revisão sistemática

da literatura. **Rev Panam Salud Publica**, v. 33, n. 4, p. 294-301. 2013.

SANTOS, J. S.; BECK, S. T. The coinfection HIV/tuberculosis: a important challenge - A review. **Rev Bras Anal Clin**, v. 41, n. 3, p. 209-215. 2009.

Secretaria do Estado de Saúde. **Dados epidemiológicos do Programa estadual de controle da tuberculose (PCT)**. SES. Campo Grande, 2007.

RODRIGUES, J. L. C. et al. Prevalência de coinfeção tuberculose/HIV em pacientes do Centro de Saúde Modelo de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Scientia Medica**, v. 20, n. 2, p. 212-217. 2010.

ROZMAN L. M. et al. Resistência do *Mycobacterium tuberculosis* às drogas em pacientes HIV+ em cinco municípios da Baixada Santista, São Paulo, Brasil. **Cad Saude Publica**, v. 23, n. 5, p. 1051-1059. 2007.

PASQUALOTTO, A. C. et al. Retrospective study of 668 cultures for mycobacteria in a reference hospital for AIDS in Southern Brazil. **Brazilian Journal of Infectious Disease**, v. 7, n. 2, p. 126-128. 2003.

LAGOCHILASCARIÁSE HUMANA: REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 20/01/2020

Meriele Aline de Paula

Biomédica. Pós-Graduada da Universidade Ceuma. Email: merieledepaula@hotmail.com

Amanda Silva Santos Aliança

Dra. Biomédica. Docente da Universidade Ceuma. Email: profa.alianca@gmail.com

José Eduardo Batista Filho

Farmacêutico. Especialista em Farmacologia. Email: jedu_filho@hotmail.com

Nathália de Paula Batista

Graduada em Biomedicina da Universidade Ceuma. Email: nathaliadepaulab@hotmail.com

RESUMO: A *Lagochilascariase* é uma zoonose que foi descrita pela primeira vez por Leiper, em 1909. Sendo uma infecção cujo agente etiológico é um nematódeo do gênero *Lagochilascaris*. A doença humana é considerada uma helmintose emergente neotropical, associada à *Lagochilascariase minor*. Este estudo tem como objetivo realizar uma pesquisa sobre as características do parasita *L. minor* e sobre a doença provocada. O presente estudo foi conduzido mediante a pesquisa de natureza bibliográfica e descritiva. Sendo realizado um levantamento bibliográfico nos sites de busca da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

(BDTD/UFG), Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico - Facial (SBORL), Scientific Electronic Library Online (SciELO). Sobre a ocorrência dessa parasitose em relação à distribuição de países, relata-se maior predomínio no Brasil com 80,7% do total no período de 1909 até 2001. No ser Humano, as lesões causadas pelo parasita instalam-se preferencialmente na região cervical (65,1%), mastoide (39,4%) e ouvido médio (29,3%) dos casos. Para evitar recidivas aconselham um esquema de manutenção, com o Cambendazol ou com o Levamisol a cada seis meses ou ainda a dietilcarbamazina com o uso prolongado de seis meses a um ano. Como forma de profilaxia deve-se evitar o consumo de carne de caça. Por ser uma doença que é considerada grave, que pode ser fatal, dependendo da localização do parasito deve haver uma maior divulgação da mesma. Sendo assim necessário o conhecimento sobre as características da *Lagochilascariase*, para que sejam tomadas medidas de profilaxia com o objetivo de reduzir assim a disseminação dessa parasitose em animais e no homem.

PALAVRAS-CHAVE: *Lagochilascaris minor*. *Lagochilascariase*. Helmintose Emergente.

ABSTRACT: *Lagochilascariáse* is a zoonosis that was first described by Leiper in 1909. It is an infection whose etiologic agent is a nematode of the genus *Lagochilascaris*. The human disease is considered an emergent neotropical helminth, associated with *Lagochilascaris minor*. This study aims to conduct a research on the characteristics of *L. minor* parasite and on the disease caused. The present study was conducted through a bibliographic and descriptive research. A bibliographic survey was carried out on the search sites of the Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD / UFG), Brazilian Association of Otorhinolaryngology and Cervical - Facial Surgery (SBORL), Scientific Electronic Library Online (SciELO). Regarding the occurrence of this parasitosis in relation to the distribution of countries, it is reported a higher prevalence in Brazil with 80.7% of the total in the period 1909 to 2001. In the Human being, lesions caused by the parasite preferentially settle in the cervical region (65.1%), mastoid (39.4%) and middle ear (29.3%) of the cases. To prevent relapses, a maintenance regimen is recommended, with either Cambendazole or Levamisole every six months or diethylcarbamazine with prolonged use for six months to one year. As a form of prophylaxis, the consumption of game meat should be avoided. Because it is a disease that is considered serious, it can be fatal, depending on the location of the parasite there should be a greater dissemination of it. Therefore, knowledge about the characteristics of *Lagochilascariasis* is necessary so that prophylaxis measures can be taken to reduce the spread of this parasitosis in animals and man.

KEYWORDS: *Lagochilascaris minor*. *Lagochilascariasis*. Emerging Helminths.

INTRODUÇÃO

A *Lagochilascariáse* é uma infecção cujo agente etiológico é um nematódeo do gênero *Lagochilascaris*. A doença humana é considerada uma helmintose emergente neotropical, associada à *Lagochilascaris minor* (PAÇÔ; CAMPOS, 1998; GUIMARÃES et al., 2010).

Os parasitas do gênero *Lagochilascaris* são classificados como membros da subfamília *Ascaridinae*, portanto pertencentes à família *Ascarididae*, ordem *Secernentea* e classe *Nematoda* (YAMAGUTI, 1961; SPRENTI, 1971; PALHETA-NETO, 2002).

São conhecidas cinco espécies do gênero *Lagochilascaris*: *Lagochilascaris minor*, *Lagochilascaris major*, *Lagochilascaris buckleyi*, *Lagochilascaris turgida* e *Lagochilascaris sprengi* (LEIPER, 1909; FRAIHA et al., 1989; PRUDENTE et al., 2009). Sendo a *Lagochilascaris minor* a única espécie associada a infecções ocorridas em humanos.

Os animais silvestres são considerados hospedeiros naturais sendo o homem, cães e gatos domésticos hospedeiros acidentais (CAMPOS et al., 1992; BARBOSA et al., 2005). Estes autores confirmaram a hipótese formulada por Smith et al. (1983) de que a infecção humana é decorrente da ingestão de carne crua ou mal cozida contendo

larvas encistadas em tecidos de roedores, que são os hospedeiros intermediários.

A infecção por *L. minor* é rara, insidiosa, de caráter crônico, caracterizada pelo surgimento de abscessos supurados localizados na região do pescoço, mastoide, ouvido, rino e orofaringe. Mas que ocasionalmente pode afetar outras regiões do corpo humano como a rinofaringe, o cérebro, pulmões, seios paranasais, Trompa de Eustáquio, alvéolos dentários e o globo ocular (BARBOSA et al., 2006).

A Lagochilascariase é uma zoonose que foi descrita pela primeira vez por Leiper, em 1909, a partir de dois casos de pacientes em Trinidad. Essa parasitose apresenta distribuição geográfica restrita a países das Américas como México, Costa Rica, Trinidad-Tobago, Colômbia, Venezuela, Suriname, Brasil e mais recentemente Bolívia e Uruguai. A infecção humana por *L. minor* ainda não constitui um problema de saúde pública em nenhum país do mundo; entretanto, a sua incidência tem aumentado sensivelmente no Brasil, permitindo caracterizá-la como uma helmintose emergente (CAMPOS, 2005; BARBOSA et al., 2005).

Durante seis décadas os casos dessa parasitose ficaram restritos a alguns países da América Central, mas em 1968, segundo Artigas et al., (1968), foi relatado o primeiro caso brasileiro no estado de São Paulo, sendo considerado este o 11º caso descrito na literatura científica mundial. Uma década depois, Leão et al. (1978), registraram um caso da doença na região amazônica brasileira, de um paciente da cidade de Prainha, no Pará.

A Lagochilascariase humana é uma parasitose considerada rara, mais mesmo assim o Brasil ocupa o primeiro lugar mundial de casos de infecções pelo *L. minor* (PALHETA NETO, 2002). Esta parasitose é consideravelmente negligenciada no Brasil, mesmo o país apresentando cerca de 90% dos casos registrados em todo o mundo, o que causa preocupação em se conhecer e entender melhor as características desse parasita em casos humanos de infecção por *L. minor*, entretanto, poucos são os estudos relacionados a esta parasitose, em que este nematelminto apresenta, além das características particulares ao filo ao qual pertencem, possuem também hábitos peculiares e formas incomuns (VIEIRA, 2012).

Ao longo dos anos os profissionais de saúde humana e animal não têm realizado o diagnóstico correto da doença ocasionada por este parasita. Essa situação ocorre devido a uma série de fatores que variam desde o simples desconhecimento sobre a existência deste helminto, ou até mesmo sobre a sua forma de transmissão, diferenciada que envolve a necessidade da ingestão de carnes cruas ou mal cozida de animais silvestres (CAMPOS, 1999).

O diagnóstico laboratorial da lagochilascariase humana é realizado através do exame parasitológico com a visualização direta dos estádios evolutivos do parasito em amostras de fezes, secreções das lesões e identificação do helminto ao exame direto a fresco ou por cortes histopatológicos de materiais obtidos por biópsia das lesões (VIEIRA, 2012).

A identificação e o diagnóstico tardio dessa doença pode ocasionar uma potencial

letalidade, além da terapia medicamentosa realizada para o tratamento pode não estar sendo eficaz, pois as recidivas dessa parasitose em pacientes diagnosticados são comuns mesmo após meses de cura. (GUIMARÃES, 2010)

A doença é considerada incomum, insidiosa, persistente, sendo caracterizada por lesões, que podem ocorrer principalmente na região do pescoço, mastoide, ouvido, rino e orofaringe, destacando que a gravidade da doença, que pode ser fatal, dependerá da localização do parasito. (BARBOSA, 2006)

Esta pesquisa de revisão bibliográfica se justifica na necessidade de estudo sobre a ocorrência de casos da lagochilascariase humana no Brasil e do conhecimento das características mais importantes destes casos causados pelo parasita *L. minor*.

O objetivo deste trabalho é realizar uma pesquisa sobre as características do parasita *L. minor* e sobre a doença provocada. Conhecer as características que são determinantes para o desenvolvimento da Lagochilascariase humana. Verificar os sintomas e diagnósticos relacionados com esta infecção. Descrever os possíveis tratamentos e relatar os principais fármacos que são utilizados para a eliminação desse parasita. Especificar as formas de profilaxia para evitar essa parasitose.

METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido mediante a pesquisa de natureza bibliográfica e descritiva. No desenvolvimento da pesquisa bibliográfica buscou-se discutir acerca do tema, contendo noções básicas, com uma linguagem fácil, de como redigir o corpo de um artigo de revisão de literatura. A pesquisa foi realizada entre fevereiro de 2018 a outubro de 2018.

A Pesquisa Bibliográfica segundo Gil (1999) é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

A Pesquisa descritiva é aquela que analisa, observa, registra e correlacionam aspectos ou variáveis que envolvem fatos ou fenômenos, sem manipulá-los. Os fenômenos humanos ou naturais são investigados sem a interferência do pesquisador que apenas “procura descobrir, com a precisão possível, a frequência com que um fenômeno ocorre, sua relação e conexão com outros, sua natureza e características” (CERVO; BERVIAN, 1983, p. 55).

Foi realizado um levantamento bibliográfico nos sites de busca da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico - Facial (SBORL), Scientific Electronic Library Online (SciELO), ScienceDirect com as seguintes palavras-chaves: *Lagochilascaris minor*, lagochilascariase, helmintose emergente. Foram selecionados os artigos que estavam em língua portuguesa, inglês ou espanhol, com resumo relacionado à temática e que estavam disponíveis na íntegra. Foram selecionados artigos dentro do período de 1998 a 2012, os quais poderiam ser analisados quanto às características do parasita *L. minor* e a infecção provocada, conhecendo os fatores determinantes

para o desenvolvimento da parasitose verificando sintomas, diagnósticos e tratamento. Foram considerados como critérios de exclusão artigos publicados que não possuíam informações sobre a lagochilascaríase e aqueles que apresentaram acesso apenas ao resumo ou abstract.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O parasito e o ciclo biológico

O gênero *Lagochilascaris* possui cinco espécies: *L. major* (LEIPER, 1910) considerado um parasito natural do leão africano (*Felis leo sabakiensis*); *L. buckleyi* (SPRENT, 1971) que está relacionado a onça parda (*Felis concolor*); *L. turgida* (STOSSICH, 1902, TRAVASSOS, 1924) encontrado parasitando o gambá (*Didelphis crassicaudata*); *L. sprengi* (BOWMAN; SMITH; LITTLE, 1983) parasito encontrado no gambá norte-americano (*Didelphis virginiana*) e *L. minor* (LEIPER, 1909) encontrado parasitando o homem, o gato e o cachorro (CAMPOS et al., 1992).

Somente a *L. minor* é relacionada à patologia humana a lagochilascariose ou lagochilascaríase, desde sua descrição. Os parasitas adultos caracterizam-se por uma coloração branco-leitosa, possuem o tamanho de 5 a 20 mm e na extremidade cefálica possuem três lábios bem desenvolvidos separados por interlábios. Os ovos no seu maior diâmetro apresentam 63 a 85 μm , casca externa espessa, a superfície apresenta múltiplas escavações em “saca-bocados”, quando apresentam essas múltiplas escavações em um numero inferior a 25 na periferia, caracterizam a espécie *L. minor* (PALHETA, 2002).

Os hospedeiros definitivos acidentais são o gato doméstico, o cão e o homem. Os hospedeiros naturais são os carnívoros silvestres, que alojam o verme nas primeiras porções do aparelho digestório ou respiratório, os ovos são eliminados para o exterior juntamente com as fezes ou por fístulas cervicais. Quando os ovos estiverem embrionados e forem ingeridos pelos hospedeiros intermediários, que são os roedores, que se tornam infectados pelas formas larvárias encistadas nos músculos ou tecidos subcutâneos (CAMPOS et al., 1992; LEÃO, 1997)

Quando um roedor que estiver infectado for ingerido pelo hospedeiro definitivo ou acidental, as larvas de terceiro estágio eclodem dos cistos no estômago, e ocorrem à migração para os tecidos da orofaringe, linfonodos cervicais, tecidos do pescoço, mandíbula, seios paranasais, ouvido, alvéolo dentário, pulmões e cérebro, promovendo a origem dos parasitas adultos (CAMPOS et al., 1992; LEÃO, 1997).

Essa doença em humanos foi descrita pela primeira vez pelo helmintologista da Escola de Medicina de Londres, Robert T. Leiper em 1900, onde foi relatado dois casos na ilha de Trinidad, passando a ser conhecida como Lagochilascaríase (SANTOS 1990). Nas últimas décadas no Brasil, especialmente nas regiões Centro – oeste e Norte tem aumentado a infecção humana por *Lagochilascaris minor*, este fato

se deve a uma maior divulgação das características dessa patologia, entre clínicos e patologistas a partir da pesquisa de Artigas (MORAES et al., 1985).

Aspectos clínicos

Na maioria dos casos relatados por pesquisadores brasileiros, os pacientes apresentam lesões sequestrativas no pescoço, mastoide, ouvido, rino e orofaringe. A mesma localização das lesões também tem sido observada fora do Brasil (MORAES et al., 1985).

No início da parasitose, determinados pacientes podem relatar febre diária, falta de apetite, perda de peso e adenopatia. Nos casos de comprometimento cervical, observam-se nódulos que aumentam gradativamente de tamanho, podendo atingir cerca de dez cm de diâmetro, fistulando-se espontaneamente. São descritos alguns quadros sintomáticos de otalgia, mastoidite e rinite. Em casos de ocorrência de manifestações neurológicas pode haver sintomas como: cefaleia intensa, distúrbios de comportamento, tetraparesia de membros inferiores, rigidez da nuca, sinais de irritação meníngea, crises convulsivas e óbito (CAMPOS, 2005). Em situações de comprometimento pulmonar pode ter sintomas de febre e dificuldade respiratória, podendo evoluir para cianose e óbito. Casos de letalidade têm sido relatados em pacientes com comprometimento pulmonar ou do sistema nervoso central. Essa letalidade ocorre principalmente pela falta de diagnóstico parasitológico adequado e da utilização de terapêutica específica (LEÃO; FRAIHA, 1997; PALHETA-NETO et al., 2002).

Essa parasitose em humanos pode possuir evolução crônica, com 5 a 20 anos de duração, ou provocar o óbito do indivíduo com três meses após o início dos sintomas (PAÇO; CAMPOS, 1998). Há pacientes que podem permanecer infectados por cinco a dez anos, desenvolvendo uma melhora do quadro clínico e em seguida reaparecimento dos sintomas e dos processos parasitários após a suspensão do tratamento (CAMPOS, 2005).

O fenômeno da autoinfecção pode ser caracterizado pela grande multiplicação do parasito nos tecidos do hospedeiro existindo assim a presença dos diversos estádios larvares, vermes adultos e ovos. O parasito migra, por meio dos tecidos, originando lesões secundárias próximas ou distantes do abscesso inicial, formando verdadeiros túneis nos tecidos comprometidos, comprovando que o parasito é capaz de lisar intensamente os tecidos dos hospedeiros definitivos, experimental e humano (BARBOSA, 2005).

Diagnóstico e tratamento

Para a determinação do diagnóstico da infecção, devem-se identificar os ovos, larvas, e vermes adultos do parasito presente nas secreções das lesões dos pacientes. Também podem ser realizados exames radiológicos para mostrar a localização e a

extensão das lesões (PALHETA et al., 2002).

No tratamento, pode se utilizar em doses elevadas o Albendazol, Levamizol e a Dietilcarbamazina, mas mesmo assim as recidivas podem ocorrer, depois de meses aparente de cura. Pode também ser realizada a remoção cirúrgica das larvas com o objetivo de abreviar a cura (GUIMARÃES, et al., 2010).

O que mais dificulta o tratamento dos pacientes com lagochilascaríase, além da dificuldade e possível lentidão no diagnóstico correto, é que nas lesões estão presentes todos os estádios evolutivos do helminto, sendo assim o fármaco para ser eficiente deverá atuar em todas as fases evolutiva deste parasito, sendo ovicida, larvicida e vermícida (CAMPOS et al., 1999).

Como prevenção desta parasitose recomenda-se a não ingestão de carnes (particularmente de roedores silvestres, como a cutia e a paca), sem o adequado cozimento. Sendo importante também ressaltar a necessidade da educação em saúde, principalmente da zona rural, além de orientações de bons hábitos alimentares e de higiene pessoal geral (LEÃO; FRAIHA, 1997).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Características determinantes para o desenvolvimento da Lagochilascaríase humana

Para Aquino et al., 2008, a Lagochilascaríase é uma zoonose causada por um helminto do Gênero *Lagochilascaríase*, pertencente à classe Nematoda e Família Ascarididae, sendo uma parasitose crônica e em alguns casos fatal.

Conforme Fortes, 1997, as características desses helmintos são: filiformes, com comprimento de 1,0 a 2,0 cm, com a coloração branco leitosa, com extremidade cefálica apresentando três lábios bem desenvolvidos separados por interlábios. Ambos os sexos apresentam expansões cuticulares laterais que se estendem por todo o corpo. No macho, a extremidade posterior é cônica e obtusa, levemente curvada para a face ventral e desprovida de asa caudal, com 24 a 25 pares de papilas pré-clonais. Já as fêmeas possuem vulva situada na região mediana. Os ovos possuem características arredondadas, de casca espessa e irregular, apresentando de 15 a 26 escavações em torno da linha equatorial, com dimensões que podem variar de 40 a 83 μm X 98 μm .

De acordo com Barbosa et al., 2005, os hospedeiros definitivos são os felinos domésticos e silvestres, o homem e o cão. Os hospedeiros intermediários são os roedores. Os hospedeiros definitivos abrigam o parasito nas primeiras porções do sistema digestório e respiratório, eliminam os ovos para o exterior através das fezes ou das fístulas cervicais. Esses ovos, quando embrionados são ingeridos pelo hospedeiro intermediário, que abriga as larvas encistadas na musculatura.

Sobre a ocorrência dessa parasitose em relação à distribuição de países, relata-se maior predomínio no Brasil com 80,7% do total no período de 1909 até 2001 (Tabela1). Sobre os casos ocorridos no Brasil, destaca-se o Estado do Pará com 61,3%

dos casos. (Tabela 2).

País	Número de casos	%
Brasil	88	80,7
Suriname	6	5,6
Trinidad e Tobago	5	4,6
Colômbia	3	2,8
Venezuela, México e Costa Rica	2 (cada)	1,8 (cada)
Bolívia	1	0,9
Total	109	100

Tabela 1. Ocorrência de casos humanos por países no período de 1909 a 2001

Fonte: Revista Brasileira de Otorrinolaringologia 68 (1) Parte 1 Janeiro/Fevereiro 2002

Estado	Número de casos	%
Pará	54	61,3
Rondônia	10	11,4
Tocantins	9	10,2
Acre e Mato Grosso	4	4,6 (cada)
Paraná	2	2,4
Roraima, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Goiás e São Paulo	1 (cada)	1,1 (cada)
Total	88	100

Tabela 2. Ocorrência de casos humanos no Brasil, por estado da Federação.

Fonte: Revista Brasileira de Otorrinolaringologia 68 (1) Parte 1 Janeiro/Fevereiro 2002

Sintomas e diagnósticos relacionados com a infecção

Sobre o mecanismo de infecção e a localização preferencial das lesões nos animais domésticos e no ser humano, ao mais aceito é de Smith em 1983, que propõe que a infecção por ingestão de larvas encistadas nos músculos e outros tecidos de animais silvestres.

Campos em 1992 e Pacô em 1994, em seus estudos mostraram experimentalmente que as larvas de terceiro estágio libertam-se dos cistos no estômago do hospedeiro definitivo e migram posteriormente, através do esôfago, em direção a estruturas do pescoço e outras áreas vizinhas.

De acordo com Igreja e Siqueira em 2001, ocorre uma reação granulomatosa, como se houvesse um corpo estranho, durante o processo patológico da lagochilascaríase, e histologicamente, as lesões apresentam numerosos abscessos interligados por trajetos fistulosos, envolvidos por tecido de granulação, células gigantes multinucleadas com áreas densas de tecido fibroso.

Segundo Palheta em 1997 e para Vieira 2012, é uma parasitose que se instala-se de geralmente de forma crônica e evolui com períodos de remissões e recidivas, as

principais ocorrências clínicas, equivalem a nódulos cervicais que evoluem com fístulas, formação de úlceras e abscessos que drenam secreção purulenta, otite separativa e mastoidite. Outros quadros clínicos podem apresentar: sinusite, hipoacusia, zumbido, amigdalite. Manifestações neurológicas: síndrome convulsiva, síndrome cerebelar, paralisia facial periférica ou de outros pares cranianos. Manifestações respiratórias: tosse, expectoração, dispnéia, podendo evoluir para a insuficiência respiratória.

Conforme Leão e Fraiha em 2000 ocorre comumente a eliminação de parasitas vivos pelas lesões, ou pelo conduto auditivo externo, da boca, ou das fossas nasais. Por isso Palheta em 2002, descreve que o diagnóstico deve ser realizado através da identificação dos ovos, das larvas ou do verme adulto presente nas secreções, e afirma que os exames radiológicos também são úteis para comprovar a localização e o tamanho das lesões para auxiliar na conduta clínica a ser realizada.

No ser Humano, as lesões causadas pelo parasita instalam-se preferencialmente na região cervical (65,1%), mastoide (39,4%) e ouvido médio (29,3%) dos casos (Tabela 3).

Local da Lesão	%
Região cervical	65,1
Mastóide	39,4
Ouvido médio	29,3
Rinofaringe	16,8
Orofaringe e Pulmões	8,4 (cada)
Cérebro	7,5
Seios Paranasais	4,6
Base do Crânio	3,7
Mento, Parótida, Glandula Submandinular e Cerebelo, Trompa de Eustáquio, Alvéolo dentário	1,9 (cada)
Amídalas Palatinas, Fígado, Baço, Rins e Ovário	0,9 (cada)

Tabela 3. Localizações mais frequentes das lesões na lagochilascariase humana.

Fonte: Revista Brasileira de Otorrinolaringologia 68 (1) Parte 1 Janeiro/Fevereiro 2002

Tratamentos e principais fármacos a serem utilizados para a eliminação do parasita

Para Campos em 1992 e Vieira em 2012, o tratamento utiliza os fármacos Albendazol, Levamisol e a Dietilcarbamazina, porém as recidivas são comuns mesmo depois de meses de cura. Outras drogas também podem ser empregadas como o Tiabendazol, Cambendazol, Mebendazol, e Praziquantel. Mas para Leão e Fraiha em 2000 os melhores resultados são observados com o uso do Cambendazol e do Levamisol, pois apresentam uma boa ação de ataque aos parasitas. Contudo aconselham um esquema de manutenção, com o Cambendazol a cada seis meses, ou com o Levamisol a cada seis meses ou ainda a dietilcarbamazina com o uso prolongado

de seis meses a um ano. Já para Barbosa et al., 2006, devem ser utilizados associados os medicamentos Levamisol, Albendazol, Ivermectina, para uma progressiva melhora do paciente como a parasitose (Tabela 4).

Fármacos	Doses
Dietilcarbamazina	De 6 meses a um ano
Tiabendazol	
Levamisol	
Cambendazol	A cada 6 meses
Mebendazol	A cada 6 meses
Praziquantel	
Albendazol	

Tabela 4. Principais fármacos utilizados na terapêutica da parasitose

Fonte: Leão e Fraiha, *Lagochilascaris* (2000)

Para Guimarães em 2010, deve-se observar o processo recidivante da doença, e ao adotar um tratamento por tempo prolongado, é necessário ser realizado o monitoramento das funções renal, hepática, hematopoiética e endócrino pancreática durante todo o período de utilização dos fármacos. Medidas como a manutenção medicamentosa e o acompanhamento periódico ao posto de saúde até a melhora clínica completa do quadro do paciente devem ser realizadas, uma vez que desconsiderar o processo recidivante e negligenciar o acompanhamento e manutenção medicamentosa do paciente, podem agravar ainda mais os sintomas.

Profilaxia

Para Barbosa em 2006, Leão e Fraiha em 1997, como forma de profilaxia deve-se evitar o consumo de carne de caça, pois se observam que a parasitose pode ser adquirida através da ingestão de larvas encistadas no tecido subcutâneo, musculatura e vísceras de animais silvestres.

Mas conforme Viera, 2012, não se tem a certeza de qual espécie animal seja o hospedeiro definitivo natural, existem estudos que relatam as possíveis formas de contaminação, sendo as duas principais: ingestão de carne, crua ou mal cozida de animais silvestres, contendo larvas encistadas do parasito. Ou de acordo com Rocha, 2002 a forma de contaminação seria a ingestão de larvas infectantes juntamente com água contaminada com fezes de hospedeiro silvestre não identificado.

Hospedeiros definitivos acidentais	Hospedeiros intermediários silvestres
Gato	Roedores silvestres como: Cotia (<i>Dasyprocta agouti</i>);
Cachorro	Preá (<i>Cavia porcellus</i>);
Camundongo doméstico	Camundongo silvestre (<i>Callomys callosus</i>)

Tabela 5. Hospedeiros do *L. minor*

Fonte: PAÇÔ, 1994

CONCLUSÃO

Por ser uma doença que é considerada incomum, insidiosa, persistente, grave, que pode ser fatal, dependendo da localização do parasito deve haver uma maior divulgação e conhecimento das características da mesma.

Conforme a descrição da migração do parasito, por meio dos tecidos, que provoca lesões secundárias próximas ou bem distantes do abscesso inicial, formando túneis nos tecidos comprometidos, demonstra que o parasito apresenta grande potencial de destruição dos tecidos dos hospedeiros acidentais definitivos.

Constatou-se infelizmente que mesmo com os avanços na pesquisa científica na área da saúde, constatou-se a dificuldade de reconhecimento desse parasita por grande parte dos profissionais em saúde das áreas endêmicas ou não, o que dificulta o diagnóstico e conseqüentemente o tratamento.

Contudo enfatiza-se também a importância de uma eficiente educação em saúde, principalmente para a população da zona rural dos municípios endêmicos, com a recomendação de bons hábitos alimentares, uma vez comprovada que a forma infectante para o homem, e para os animais domésticos é a larva encistada nos músculos e em outros tecidos de animais silvestres, as medidas de profilaxia devem propor, especialmente, a não ingestão de carnes de caça (cutia, paca e outros roedores silvestres), crua ou sem o devido cozimento além da necessidade de assegurar uma adequada higiene pessoal geral.

Sendo assim necessário o estudo sobre as características da Lagochilascariase, para que sejam tomadas medidas de profilaxia com o objetivo de reduzir a disseminação dessa parasitose em animais e no homem.

REFERÊNCIAS

AQUINO, R. T. R. et al. **Lagochilascariasis leading to severe involvement of ocular globes, ears and meninges.** Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo, São Paulo, v. 50, n. 6, p. 355-358, Dec. 2008.

ARTIGAS, P.T.; ARAÚJO, P.; ROMITI, N.; RUIVO, M. – **Sobre um caso de parasitismo humano por Lagochilascariase minor Leiper, 1909, no Estado de São Paulo, Brasil.** Ver Inst Med Trop S Paulo, 10(2): 78-83, 1968.

BARBOSA AP, Campos DMB, Semerene AR, Teixeira AR, Santana JM. **Lagochilascaris minor**

third-stage larvae secrete metalloproteases with specificity for fibrinogen and native collagen. Microbes Infect., v.8, n. 12-13, p.2725-32. Oct 2006

Barbosa CAL, Barbosa AP, Campos DM. **Gato doméstico (*Felis catus domesticus*) como possível reservatório de *Lagochilascaris minor* Leiper (1909).** Rev Pat Trop. 2005, 34:211-53.

BOWMAN, DD; SMITH, JL & LITTLE, MD — ***Lagochilascaris sprenti* sp. n. (Nematoda: Ascarididae) from the opossum *Didelphis virginiana* (Marsupialia: Didelphidae).** J. Parasit., 69:754-760, 1983

CAMPOS DMB, Freire Filha LG, Vieira MA, Paço JM, Maia MA. **Experimental life cycle of *Lagochilascaris minor* Leiper, 1909.** Ver Inst Med Trop São Paulo. 1992, 34: 277-87.

GUIMARÃES, V. C. et al. **Otomastoidite por *Lagochilascaris minor* em Criança: Relato de Caso.** Arq. Int. Otorrinolaringol., São Paulo, v.14, n.3, p. 373-376, Sept. 2010

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica: para uso de estudantes universitários.** 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

DE TOLEDO VIEIRA, Ana Paula; BEZERRA, José Clecildo Barreto; PASSOS, Alverne. **Análise morfológica de vermes adultos machos de *lagochilascaris minor*, Leiper (1909) em cortes por microtomia,** 2012.

DIAS, Neusa Mariana Costa. **Avaliação do perfil celular esplênico na lagochilascarirose experimental.** Dissertação de Mestrado. 2012. 102 f. Universidade Federal de Goiás, Instituto de Patologia e Saúde Tropical, 2012.

FORTES E. **Parasitologia Veterinária.** 3.ed. Icone, São Paulo. 1997, 686p.

FRAIHA, H.; LEO, R.N.Q.; COSTA, F.S.A. — **Lagochilascariase humana e dos animais domésticos.** Zoon Ver Int, 1(1):25-33, 1989

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2002.

Guimarães, VC; Barbosa, AP; Camargo, LA; Siqueira, PH; Silva Filho J; Castro, VLS; Barbosa, MA; Campos, DMB. 2010. ***Lagochilascaris minor* otomastoiditis in child: case report.** *IntArchOtorhinolaryngol*14: 373-376.

IGREJA, R.P.; SIQUEIRA-BATISTA, R. **Lagochilascariase.** In: SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A.P.; IGREJA, R.P.; HUGGINS, D.W. — Medicina Tropical: abordagem atual das doenças infecciosas e parasitárias. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2001. 327-9.

LEÃO, R.N.Q.; LEÃO Filho, J.; BRAGA-DIAS, L.; CALHEIROS, L. B. - **Infecção Humana pelo *Lagochilascaris minor* Leiper, 1909. Registro de um caso observado no Estado do Pará (Brasil).** Ver Inst Med Trop S Paulo, 20(5): 300-6, 1978.

LEÃO, RNQ; FRAIHA NETTO, H. **Lagochilascariase.** In: **Doenças Infecciosas e Parasitárias: Enfoque Amazônico.** Instituto Evandro Chagas: CEJUP, 1997.

LEÃO, R.N.Q.; FRAIHA, H. — **Lagochilascariase.** In: TONELI, E., FREIRE, L.M.S. Doenças Infecciosas na Infância e Adolescência, 2. ed. Rio de Janeiro: Medsi. 2000, 1432-1440

LEIPER, R.T. **A new nematode worm from Trinidad.** Proc Zool Soc Lond, 2: 742-743, 1909.

MORAES, M.A.P.; ARNAUD, M.V.C.; MACEDO, R.C.; ANGLADA, A.E. — **Infecção pulmonar fatal por *Lagochilascaris* sp., provavelmente *Lagochilascaris minor* Leiper, 1909.** Rev Inst Med Trop S

Paulo, 27(1):46-52,1985.

PAÇÔ, J.M. – **Comprovação experimental da importância de roedores silvestres na transmissão da Lagochilascariasis**. Goiânia, 1994. 82 p. (Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Patologia Tropical para obtenção do Título de Mestre em Patologia Tropical, área de concentração parasitologia. Curso de pós graduação em Patologia Tropical, Universidade Federal de Goiás).

Paçô JM & Campos DMB 1998. **Lagochilascaris minor Leiper, 1909: Nove décadas de revisão bibliográfica**. Ver Patol Trop27: 11-34.

PALHETA, F.X.N. – **Lagoquilascariase Humana e Animal**. Belém, 1997. 53p. (Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do grau em Medicina pela Universidade do Estado do Pará).

PALHETA, F.X.N. **Contribuição ao estudo da lagoquilascariase humana**. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia. V.68, N.1, 101-5, Janeiro-Fevereiro, 2002.

Prudente MFS, Crespo AMC, Carvalhaes MS 2009c. **Lagochilascaris minor: antibody production in experimentally infected mice**. Rev da Soc Bras de Med Trop 42: 325-328.

Prudente MFS, Freitas JAG, Ribeiro EL, Carvalhaes MS 2011. **Lagochilascaris minor: Specific antibodies are related with resistance to experimental infection in A/J strain of mice**. *Helminthologia* 48: 137-144

ROCHA, A. **Estabelecimento e desenvolvimento do Lagochilascaris major (Leiper, 1910) em camundongos e felinos infectados experimentalmente**. 2002. 115 f. Dissertação (Mestrado em Veterinária e Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002

SMITH, J.L.; BOWMAN, D.D.; LITTLE, M.D. **Life cycle and development of Lagochilascariase sprenti (Nematoda; Ascarididae) from opossums (Marsupialia: Didelphidae) in Louisiana**. *J Parasitol*, 62(4);736-45,1983

SPRENT, J. F.A. **A note on Lagochilascaris from the cat in Argentina**. *Parasitology*, v. 63, n. 1, p. 45-48, 1971b.

SPRENT, J. F. A. -- **Speciation and. Development in the genus Lagochilasearis**. *Parasitology* 62: 71-112, 1971a.

VIEIRA, A.P.T. **Caracterização histológica de vermes adultos machos de Lagochilascaris minor**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Tropical e Saúde Pública) – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012

Yamaguti S 1961. **Systema helminthum: Oesophagostomum watanabei n.sp.(Nematoda, Strongylidae) from a Japanese wild boar**. *Journal of helminthology* 35.1-2 (1961): 203-206.

TERAPIA DE REPOSIÇÃO DE TESTOSTERONA: ESTRESSE OXIDATIVO E RISCO PARA DOENÇAS CARDIOVASCULARES

Data de Submissão: 01/11/2019

Data de aceite: 20/01/2020

André Luiz Cavalcante Fontenele

Universidade Federal do Acre

Rio Branco, Acre

<http://lattes.cnpq.br/1317071244023654>

Diego Gonçalves de Lima

Universidade Federal do Acre

Rio Branco, Acre

<http://lattes.cnpq.br/1820183165913675>

Romeu Paulo Martins Silva

Universidade Federal do Acre

Rio Branco, Acre

<http://lattes.cnpq.br/0912778768755567>

Miguel Junior Sordi Bortolini

Universidade Federal do Acre

Rio Branco, Acre

<http://lattes.cnpq.br/2116849281501332>

Dionatas Ulises de Oliveira Meneguetti

Universidade Federal do Acre

Rio Branco, Acre

<http://lattes.cnpq.br/9039045470818040>

Anderson Gonçalves Freitas

Universidade Federal do Acre

Rio Branco, Acre

<http://lattes.cnpq.br/6385507823202111>

RESUMO: As doenças cardiovasculares são um grupo de condições que afetam o coração e os vasos sanguíneos. A DCV é uma carga global e varia entre as regiões, e essa variação tem sido associada a fatores dietéticos. Existem correlações em que o estresse oxidativo afeta a concentração de lipídeos e outros minerais que provocam alterações hormonais e bioquímicas, prejudicando o sistema cardiovascular. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares foram a primeira causa de mortalidade a nível global, em 2017. O estresse oxidativo desencadeado pela ação de radicais livres gera lesões no organismo humano, e está diretamente envolvido na patogênese da DCV. Considerando estes aspectos, o presente estudo tem como objetivo, demonstrar os efeitos do estresse oxidativo utilizando modelos experimentais que apresentam fatores de risco para o aumento da oxidação celular como a idade e conseqüentemente maior risco para desenvolvimento de DCV, além de submetê-los à Terapia de Reposição de Testosterona (TRT) e através de marcadores bioquímicos verificar possível oxidação celular. Foram utilizados 12 camundongos, com idade aproximada ao final da vida reprodutiva. Divididos em 2 grupos, a saber, grupo controle onde foi administrado apenas ração e água ad libitum e grupo que foi administrado cipionato de testosterona **Deposteron®** em via intra muscular (dose 5mg/

kg), 1 vez a cada 7 dias por um período de 6 semanas. O grupo controle perdeu em média 1,51g (-2,85%) e o grupo hormônio aumentou seu peso 2g em média (+4,56%). Triglicerídeos diminuídos no grupo controle (-27,17mg/dL), enquanto o grupo hormônio (-36,39mg/dL). Colesterol elevado em ambos grupos - controle (+1,58mg/dL) e hormônio (+6,20mg/dL). Glicemia teve queda em ambos grupos: Controle (-21,84mg/dL), Hormônio (-14,16). Fica claro que o aumento de peso e dos níveis de colesterol através da TRT somados ao fator idade podem ser preditivos do estresse oxidativo sofrido, podendo causar DCV. Diante dos resultados, consideramos que as alterações na bioquímica sanguínea juntamente com o fator idade podem haver gerado um estado de estresse oxidativo, portanto, aumentando o risco de desenvolvimento de DCV.

PALAVRAS-CHAVE: Doenças Cardiovasculares. Estresse Oxidativo. Terapia de Reposição de Testosterona.

TESTOSTERONE REPLACEMENT THERAPY: OXIDATIVE STRESS AND RISK FOR CARDIOVASCULAR DISEASES

ABSTRACT: Cardiovascular diseases are a group of conditions that affect the heart and blood vessels. CVD is a global burden and varies between regions, and this variation has been associated with dietary factors. There are correlations in which oxidative stress affects the concentration of lipids and other minerals that cause hormonal and biochemical changes, damaging the cardiovascular system. According to the World Health Organization (WHO), cardiovascular diseases were the leading cause of global mortality in 2017. Oxidative stress triggered by free radicals causes injury to the human body and is directly involved in the pathogenesis of CVD. Considering these aspects, the present study aims to demonstrate the effects of oxidative stress using experimental models that present risk factors for the increase of cellular oxidation, such as age and consequently a higher risk for developing CVD, besides subjecting them to Therapy of Testosterone Replacement (TRT) and through biochemical markers to verify possible cellular oxidation. Twelve mice were used, with approximate age at the end of reproductive life. Divided into 2 groups, namely the control group where only ration and water ad libitum were administered and the group that received Deposteron® testosterone cypionate intramuscularly (dose 5mg / kg), once every 7 days for a period of 6 weeks. The control group lost an average of 1.51g (-2.85%) and the hormone group increased its weight by 2g on average (+ 4.56%). Triglycerides decreased in the control group (-27.17mg / dL), while the hormone group (-36.39mg / dL). High cholesterol in both control groups (+ 1.58mg / dL) and hormone (+ 6.20mg / dL). Glycemia had a fall in both groups: Control (-21.84mg / dL), Hormone (-14,16). It is clear that the increase in weight and cholesterol levels through TRT added to the age factor can be predictive of the oxidative stress suffered and may cause CVD. Given the results, we consider that changes in blood biochemistry along with the age factor may have generated a state of oxidative stress, thus increasing the risk of developing CVD.

KEYWORDS: Cardiovascular Diseases. Oxidative stress. Testosterone Replacement Therapy.

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) são um grupo de condições que afetam o coração e os vasos sanguíneos. São uma carga global e varia entre as regiões, e essa variação tem sido associada a fatores dietéticos. Esses fatores são importantes porque podem ser modificados com a ajuda da prevenção principalmente em grupos com fatores de risco para DCV e adultos saudáveis ou com alto risco de DCV. (AL-KHUDAIRY et al. 2017).

Segundo RONSEIN et al. (2013) existem correlações em que o estresse oxidativo afeta a concentração de lipídeos, de ácido ascórbico, de zinco e de outros minerais e que estes elementos provocam alterações hormonais e bioquímicas, prejudicando o sistema cardiovascular.

A testosterona desempenha um papel importante na função reprodutiva, promovendo características sexuais secundárias e emoções. Estudos anteriores demonstraram que a testosterona desempenha um papel importante nas atividades metabólicas, incluindo a regulação do metabolismo de glicose e lipídios. (PINTANA et. Al. 2015)

Santos (2013), relatou em sua pesquisa de atividade física isolada e com reposição de testosterona em pacientes com doença cardíaca, um aumento relativamente alto no consumo de oxigênio por parte do grupo que foi submetido à terapia com testosterona. Sabe-se que o consumo de oxigênio gera radicais livres e, portanto, quanto maior o consumo, maior deverá ser a oxidação celular.

REVISÃO DE LITERATURA

Doença Cardiovascular

As doenças cardiovasculares são um grupo de condições que afetam o coração e os vasos sanguíneos. (AL-KHUDAIRY et al. 2017).

PINHO et al.(2010) dispõe que a doença arterial coronariana (DAC) caracteriza-se pela insuficiência de irrigação sanguínea no coração por meio das artérias coronárias. Está diretamente relacionada ao grau de obstrução do fluxo sanguíneo pelas placas ateroscleróticas, resultando em estreitamento das artérias coronárias (estenose), o qual, devido à redução do fluxo sanguíneo coronariano diminui a chegada do oxigênio ao coração.

Krause (2012) define que a doença cardiovascular (DVC) constitui um grupo de doenças inter-relacionadas que inclui a doença arterial coronariana, aterosclerose, hipertensão arterial, doença cardíaca isquêmica, doenças vascular periférica e insuficiência cardíaca (IC). Essas doenças estão inter-relacionadas e, muitas vezes, coexistem. Estima-se que 81,1 milhões de adultos norte-americanos (um em cada três) tenha um ou mais tipos de doenças cardiovasculares.

Durante a última década, as doenças cardiovasculares emergiram como a causa

mais importante de morte no mundo inteiro. Segundo estimativas de 2010, a DCV pode ter causado 16 milhões de mortes e 293 milhões de anos de vida perdidos ajustados pela incapacidade (DALY, do inglês, *disability-adjusted life years*) – representando cerca de 30% de todas as mortes e 11% de todos os DALY nesse ano. Assim como no século passado em muitos países de elevada renda, atualmente os países de baixa e média renda vêm observando um aumento alarmante e crescente das taxas de DCV. (BRAUNWALD, 2012).

As doenças cardiovasculares representam importante problema de saúde pública não só no nosso meio, mas em todo o mundo, visto que constituem a principal causa de morbimortalidade e representam os mais altos custos em assistência médica. (GUS, 2002).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares foram a primeira causa de mortalidade a nível global, em 2017 (World Health Organization, 2017). Dentro da categoria das doenças cardiovasculares, as doenças coronárias ocupam o primeiro lugar e em segundo lugar surge o Acidente vascular encefálico. Dados recolhidos em 2013 pela American Heart Association indicam uma percentagem de 12% de mortes atribuídas ao AVC (OECD, 2017).

O ônus econômico das doenças cardiovasculares tem crescido exponencialmente nas últimas décadas. O risco de se desenvolver doença cardiovascular é avaliado com base na análise conjunta de características que aumentam a chance do indivíduo vir a apresentar a doença. O conhecimento desses fatores associados ao risco é de grande importância para o estabelecimento de estratégias de prevenção. (CASTRO, 2004).

Melhorar a dieta e o estilo de vida é um componente crítico da estratégia da Associação Americana do Coração para redução do risco de doença cardiovascular na população em geral. (LICHTENSTEIN et. Al. 2006).

Egea et al. (2017) Deixa claro que está estabelecido que eventos cardiovasculares, neurodegenerativos metabólicos e doenças inflamatórias estão muito associados com um aumento do estresse oxidativo, inclusive algumas doenças raras imunes estão ligadas à formação de espécie reativa de oxigênio (ERO) insuficiente.

A aterogênese é o processo que conduz ao desenvolvimento da aterosclerose. É uma resposta inflamatória crônica local a fatores de risco, como altas concentrações de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) que são prejudiciais à parede arterial. (BADIMON, 2006).

Segundo Sposito (2007), a aterosclerose é uma doença inflamatória crônica que tem como causa muito fatores e que ocorre em resposta à agressão do endotélio, acometendo principalmente a camada íntima de artérias de médio e grande calibre.

A formação da placa aterosclerótica inicia-se com a agressão ao endotélio vascular devida a diversos fatores de risco como consequência, a disfunção endotelial aumenta a permeabilidade da íntima às lipoproteínas plasmáticas favorecendo a retenção das mesmas no espaço subendotelial. Retidas, as partículas de LDL sofrem oxidação, causando a exposição de diversos neo-epítomos, tornando-as imunogênicas. O

depósito de lipoproteínas na parede arterial, processo-chave no início da aterogênese, ocorre de maneira proporcional à concentração dessas lipoproteínas no plasma. (SPOSITO, 2007).

KRAUSE, (2012) define que a progressão da insuficiência cardíaca é semelhante à da aterosclerose, porque há uma fase assintomática quando o dano está ocorrendo em silêncio (fases A e B). A IC é iniciada por danos ou estresse ao músculo cardíaco, tanto por infarto do miocárdio agudo quanto infarto do miocárdio (IM) de início insidioso (pressão hemodinâmica ou sobrecarga de volume).

Estresse Oxidativo e Alterações Bioquímicas Importantes

O fato de que a vida requer oxigênio, que por si só representa uma molécula quimicamente agressiva, carrega o risco de biomoléculas em todas as espécies aeróbicas da terra serem alvos de modificações oxidativas resultantes da formação descontrolada de espécies reativas de oxigênio (ROS) e reativas espécies de nitrogênio (RNS). Para evitar danos oxidativos, todos os organismos aeróbicos desenvolveram estratégias antioxidantes altamente eficientes durante a evolução. (EGEA et al. 2017).

O estresse oxidativo pode ser facilmente definido como a condição decorrente do desequilíbrio entre as espécies reativas de oxigênio (ROS) e os sistemas antioxidantes. Logo, as ROS mais estudadas são o ânion superóxido (O_2^-), o radical hidroxila (HO^-), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), o óxido nítrico (NO), o peróxil (ROO^-), e aldeído reativo (ROCH). (BALMUS, 2016).

Espécies reativas de oxigênio (ROS) são essenciais para funções fisiológicas, incluindo expressão gênica, crescimento celular, defesa contra infecção e modulação da função endotelial. No entanto, elevadas ERO e/ou diminuição da capacidade antioxidante levando ao estresse oxidativo podem levar à disfunção. (HUANG et al. 2015).

As doenças crônicas, como diabetes, doenças cardiovasculares (DCV) e câncer representam atualmente 63 % de todas as mortes no mundo. O estresse oxidativo desencadeado pela ação de radicais livres gera lesões em componentes biológicos do organismo humano, que estão diretamente envolvidas na patogênese dessas doenças. (VARGAS et al. 2015).

O estresse oxidativo foi recentemente reconhecido como um mecanismo chave na resistência à insulina. (HURRELE, 2017).

Evidências recentes sugerem que o estresse oxidativo pode ser a ligação mecanicista entre obesidade e co-morbidades, incluindo esteato-hepatite não-alcoólica, síndrome metabólica, diabetes tipo 2, DCV, apneia obstrutiva do sono e câncer. (SAVINI, 2013).

A flutuação da glicose no sangue existe não apenas no diabetes, mas também em indivíduos com função metabólica normal. Na condição de estresse, os níveis de glicose daqueles com função metabólica normal podem ser muito altos. (WU, 2016)

Os ácidos graxos livres (AGL) são abundantes na obesidade e causam disfunção celular, especialmente nas mitocôndrias. Um estudo feito em adipócitos mostrou níveis aumentados de fissão mitocondrial quando essas células foram expostas a altos níveis de glicose ou AGL. Isto é conseguido através da produção e liberação endógena de ROS, bem como a manipulação da via de transdução de insulina. (HURRELL, 2017).

O aumento da lipoproteína de baixa densidade (LDL) e sua forma oxidativa, (LDL-ox), no sub-endotélio vascular é característico da aterogênese. Essas moléculas atraem e ativam células inflamatórias, como monócitos, células T e macrófagos. Os macrófagos ativados então liberam citocinas pró-inflamatórias, espécies reativas de oxigênio (ROS) e enzimas proteolíticas, resultando em degradação da matriz e desestabilização da placa aterosclerótica. (YAO, 2017).

Alterações pró-oxidantes no estado redox podem contribuir ainda mais para a inflamação e alteração da função mitocondrial, e estão comumente associadas ao acúmulo de lipídios musculares. (BARAZZONI, 2011).

Quando os adipócitos atingem limites não fisiológicos e tornam-se incapazes de funcionar como um órgão de armazenamento de energia, ocorre lipotoxicidade. A gordura é acumulada indevidamente no coração, músculo, fígado e pâncreas, onde exerce efeitos disruptivos e desencadeia a disfunção orgânica. Os triglicerídeos intracelulares inibem o translocador de nucleotídeos da adenosina (TAR), levando ao acúmulo de ATP nas mitocôndrias; a queda do ADP mitocondrial reduz a velocidade da fosforilação oxidativa e o desacoplamento mitocondrial promove o vazamento de elétrons e a liberação de radicais livres. (SAVINI, 2013).

Estudos epidemiológicos longitudinais têm demonstrado que existe uma correlação direta entre os níveis de colesterol plasmático e triglicerídeos e o aumento de doenças cardiovasculares. Essa correlação depende, particularmente, da concentração das lipoproteínas (notadamente LDL e HDL) que transportam o colesterol na corrente sanguínea. (CASTRO, 2004).

Da mesma forma, propomos que a produção aumentada de radicais livres de oxigênio em células endoteliais, ou células musculares lisas vasculares, leva ao aumento da oxidação subendotelial de LDL e aterosclerose, bem como à disfunção endotelial e microalbuminúria para uma produção de radicais livres de oxigênio mitocondrial de baixo grau contínuo. (BAKKER, 2000).

KAPOOR et. Al. (2006), mostra que um estudo relatou um aumento nos níveis de insulina e glicose após a castração cirúrgica do carcinoma de próstata. Estas observações sugerem que existe uma relação inversa entre os androgênios séricos e a sensibilidade à insulina. Baixos níveis de testosterona também estão associados a dislipidemia.

Impacto da Idade como fator de risco e Terapia com Testosterona

KRAUSE (2012) mostra que com o aumento da idade, encontram-se taxas mais elevadas de mortalidade por doenças arteriais coronarianas em ambos sexos. Assim, ter mais de 45 anos de idade é considerado um fator de risco para homens.

A prevalência de doenças cardiovasculares é significativamente aumentada na população idosa. Fatores de risco e preditores de eventos cardiovasculares futuros, como hipertensão, aterosclerose ou diabetes, são observados com maior frequência em idosos. Um dos principais determinantes do envelhecimento vascular é a disfunção endotelial, caracterizada por processos de sinalização dependentes do endotélio prejudicados. O aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) leva ao estresse oxidativo. (MIKHED, 2015).

O aumento do estresse oxidativo, uma das principais características do envelhecimento, tem sido implicado em diversas patologias relacionadas à idade. No envelhecimento, a produção de oxidantes de várias fontes é aumentada, enquanto as enzimas antioxidantes, as principais linhas de defesa, são diminuídas. Sistemas de reparo, incluindo a degradação proteica de proteínas danificadas também diminuem. É importante ressaltar que a resposta adaptativa ao estresse oxidativo diminui com o envelhecimento. (ZHANG, 2015).

De acordo com PINTANA (2015), a testosterona desempenha um papel importante na função reprodutiva, promovendo características sexuais secundárias e emoções (apud Janowsky 2006). Estudos anteriores demonstraram que a testosterona desempenha um papel importante nas atividades metabólicas, incluindo a regulação do metabolismo de glicose e lipídios (apud Aydilek e Aksakal 2005; Christoffersen et al. 2010). Evidências crescentes têm demonstrado que a deficiência de testosterona está associada a um aumento da incidência de obesidade (apud Shi et al. 2013; Stellato et al. 2000). Além disso, uma correlação positiva entre a resistência à insulina e a deficiência de testosterona foi relatada (apud Grossmann et al. 2008; Haffner et al. 1994), mas achados contraditórios foram demonstrados em alguns modelos animais.

O envelhecimento é um processo multifatorial. A maioria das hipóteses sobre os mecanismos subjacentes do processo de envelhecimento envolve a deterioração da manutenção dos processos homeostáticos metabólicos, inflamatórios e / ou redox nas células e tecidos. A teoria do radical livre / estresse oxidativo do envelhecimento aumenta a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) no centro de processos que promovem o envelhecimento celular. As EROs são produtos naturais da síntese de energia mitocondrial. (SCHÖTTKER, 2015).

A teoria do radical livre do envelhecimento permite uma explicação dos mecanismos moleculares subjacentes ao processo de envelhecimento, pelo menos parcialmente, e a patogênese das doenças relacionadas à idade, como aterosclerose,

doenças cardiovasculares, demência, diabetes e osteoporose. Do ponto de vista biológico, o processo de envelhecimento é caracterizado por imunossenescência: isso pode ser definido como a capacidade reduzida de responder a antígenos estranhos e tolerar auto-antígenos, levando ao aumento da susceptibilidade a infecções, câncer e doenças autoimunes. Os mecanismos moleculares mais acreditados para imunossenescência incluem vias oxidativas mediadas por redox e dependentes de mitocôndrias. (MONACELLI, 2017).

Porém, Santos (2013), relatou em sua pesquisa sobre atividade física isolada e com reposição de testosterona em presença de doenças cardíacas, feita em humanos e teve como um dos resultados um aumento relativamente alto no consumo de oxigênio (incluindo intracelular) por parte do grupo que foi submetido à terapia com testosterona. Sabe-se que o consumo de oxigênio pelas células gera radicais livres. Partindo dessa definição podemos dizer que, quanto maior o consumo de oxigênio, maior deverá ser a oxidação celular e a produção de radicais livres.

Giannoulis (2012) relatou em sua revisão que a testosterona é um poderoso agente anabólico que promove a retenção de nitrogênio.

Na última década, vários artigos examinaram a relação dos andrógenos com as DCV. Muitos desses estudos sugerem que pode haver até mesmo um efeito benéfico neutro da terapia de reposição de testosterona sobre os fatores de risco cardiovascular e complicações cardiovasculares adversas (por exemplo, angina). A reposição de testosterona não é isenta de riscos para os homens idosos. TRT pode levar a retenção de água e edema. (SURAMPUDI, 2012).

Quando o estresse se torna crônico e dura por muito tempo, o organismo estressado reage com alterações fisiológicas para se adaptar às condições desfavoráveis. Essa reação mediada por ACTH afeta os sistemas imunológico e neuroendócrino e é responsável por várias doenças. Numerosos dados corroboram a hipótese de que a fisiopatologia do estresse crônico pode ser devida, pelo menos parcialmente, a um aumento no estresse oxidativo, o que também pode contribuir para doenças cardíacas e artrite reumatoide, hipertensão, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, aterosclerose e, finalmente, envelhecimento. (MARTARELLI, 2011).

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida e concluída na Universidade Federal do Acre - UFAC, campus Rio Branco, Acre, Brasil e foi levada a cabo no período total de 18 meses, desde a escolha de camundongos reprodutores do biotério da universidade para formação dos grupos analisados até o descarte dos animais utilizados, com sacrifício por deslocamento cervical e em seguida dispostos em sacos indicando risco biológico, levados ao setor responsável na UFAC e por fim descartados em fossa séptica.

Foram utilizados 12 camundongos machos, *Swiss, Mus Musculus*, com idade aproximada ao final da vida reprodutiva, assemelhando-se a um homem nesta

fase, quando ocorre uma diminuição do nível de testosterona (9 meses para os camundongos da espécie) divididos em 2 grupos, a saber, grupo controle onde foram administrados apenas ração e água ad libitum e grupo hormônio que além da ração e água ad libitum foi administrado testosterona como terapia de reposição hormonal. A via intramuscular foi adotada na administração de cipionato de testosterona da marca **Deposteron®**.

As doses de administração foram realizadas de acordo com planejamento. Inicialmente injetou-se uma vez por semana a dosagem de 5mg/kg de cipionato de testosterona (CP), um esteroide anabólico sintético disponível há décadas que tem sido estudado em várias patologias clínicas, mas que pode provocar um estresse oxidativo celular muito maior que o habitual. A dose foi semanal por um período de 6 semanas.

Exames de bioquímica sanguínea e plasmática foram realizados. Foram utilizados exames de Colesterol total com aparelho Accutrend Plus cholesterol do sistema Cobas da marca Roche (referência 11418262) e Triglicerídeos com aparelho Accutrend Plus triglycerides da marca Roche (referência 11538144) para avaliar possíveis modificações que acarretem processo para doenças cardiovasculares e marcador de estresse oxidativo Glicemia com o aparelho Accu-Chek Performa, da marca Roche (referência 05050472). As tiras utilizadas foram Accu-Chek Advantage II da marca Roche. Para efeito de análise de base para ambos grupos levou-se em consideração os níveis normais de exames bioquímicos para camundongos da espécie *Swiss* determinados no trabalho elaborado por Spinelli 2011, no Centro de Bioterismo da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP.

O método para coletar amostras de sangue, foi o protocolo para corte de cauda em camundongos, previamente assepsiados onde foram colhidos menos de 10% do volume total de sangue do camundongo correspondente a menos de 6% do seu peso, através de um corte a menos de 5mm da cauda. Após colhidas, as amostras seguiram os procedimentos padronizados para o teste, onde foram analisados os valores de cada exame contidos no sangue dos camundongos que logo foram comparados aos valores do grupo controle.

RESULTADOS

O resultado foi composto por 12 camundongos com idade aproximada ao final da vida reprodutiva, assemelhando-se a um homem nesta fase. Foram divididos em dois grupos, a saber, grupo controle (ou placebo) e grupo hormônio que fez utilização de testosterona. O tempo de administração do grupo hormônio ocorreu em 6 semanas, com doses de testosterona administradas a cada 7 dias. Ração e água ad libitum foram administrados a ambos grupos.

	GRUPO CONTROLE	GRUPO HORMÔNIO
1	Peso: 42,60	Peso: 41,04
2	Peso: 39,12	Peso: 41,10
3	Peso: 42,91	Peso: 40,73
4	Peso: 45,80	Peso: 42,67
5	Peso: 68,51	Peso: 47,83
6	Peso: 77,92	Peso: 49,51
Peso Médio	52,81g	43,81g

Tabela 1. Peso individual e média de peso do grupo controle e grupo hormônio na primeira semana.

	GRUPO CONTROLE	GRUPO HORMÔNIO
1	Peso: 46,51	Peso: 44,13
2	Peso: 42,49	Peso: 44,94
3	Peso: 44,53	Peso: 45,12
4	Peso: 40,70	Peso: 43,79
5	Peso: 60,63	Peso: 47,12
6	Peso: 72,97	Peso: 49,79
Peso Médio	51,13g	45,81g

Tabela 2. Peso individual e média de peso do grupo controle e grupo hormônio na última semana.

O grupo controle que na primeira pesagem obteve 52,81g perdeu em média 1,51g, uma diminuição de -2,85% resultando em 51,13g ao final, enquanto o grupo hormônio aumentou seu peso 2g em média +4,56% chegando a 45,81g, comparado com o peso do início da pesquisa que era de 43,81g.

GRUPO CONTROLE	TRIGLICERIDEOS	COLESTEROL	GLICEMIA
1	218	156	180
2	149	164	163
3	142	158	154
4	141	160	201
5	450	175	150
6	221	197	127
Valor médio em mg/dL	220,16	168,33	162,5

Tabela 3. Valores de bioquímica sanguínea do grupo controle na primeira semana.

GRUPO CONTROLE	TRIGLICERIDEOS	COLESTEROL	GLICEMIA
1	175	166	66
2	236	161	145
3	110	174	110
4	132	180	132
5	143	173	143
6	166	172	166
Valor médio em mg/dL	160,33	171	127

Tabela 4. Valores de bioquímica sanguínea do grupo controle na última semana.

Encontramos triglicerídeos diminuídos no grupo controle, o valor inicial era de 220,16mg/dL indo a 160,33mg/dL no final da pesquisa, ou seja, variação de -27,17%. Quanto aos níveis de colesterol houve um leve aumento de +1,58% comparando os dados iniciais de 168,33mg/dL aos dados finais de 171mg/dL. Finalmente encontramos o valor de 162,5mg/dL de glicemia inicial, e 127mg/dL no valor final, ou seja -21,84%.

GRUPO HORMÔNIO	TRIGLICERÍDEOS	COLESTEROL	GLICEMIA
1	147	177	123
2	309	169	135
3	172	162	135
4	297	161	162
5	348	166	129
6	348	165	149
Valor médio em mg/dL	270,16	166,66	138,83

Tabela 5. Valores de bioquímica sanguínea do grupo hormônio na primeira semana.

GRUPO HORMÔNIO	TRIGLICERÍDEOS	COLESTEROL	GLICEMIA
1	270	174	140
2	137	195	93
3	168	172	126
4	167	178	113
5	146	176	117
6	143	167	126
Valor médio em mg/dL	171,83	177	119,16

Tabela 6. Valores de bioquímica sanguínea do grupo hormônio na última semana.

O grupo hormônio teve uma perda de -36,39% nos valores de triglicerídeos, passando de 270,16mg/dL para 171,83mg/dL. No valor de colesterol obteve-se elevação de +6,20%, indo de 166,64mg/dL para 171mg/dL. Glicemia teve queda -14,16% iniciando em valores de 138,83mg/dL chegando a 119,16mg/dL ao final da pesquisa.

DISCUSSÃO

Evidências recentes sugerem que o estresse oxidativo pode ter ligação mecanicista com obesidade (SAVINI, 2013). Partindo-se dessa definição, podemos verificar que o grupo hormônio obteve um aumento de 4,56% de peso, enquanto o grupo controle teve uma diminuição de 2,85%, deixando claro que houve um acontecimento em sentidos opostos, onde pode ter havido aumento de gordura no grupo hormônio. Fui (2016), descreve em estudo, os efeitos do tratamento com testosterona na gordura corporal, onde homens que utilizaram o hormônio perderam apenas massa gorda,

enquanto o grupo controle perdeu massa gorda e massa magra.

O estudo de Schöttker, (2015), onde o autor traz uma associação de níveis de reativos oxidantes (TTL) com uma mortalidade por doenças cardiovasculares aumentada devido a idade dos participantes e a pesquisa científica de Zhang (2015), que trouxe teste com marcadores HO-1, que é uma espécie de sensor de estresse celular, onde resultou aumentado no fígado de ratos com 24 meses de idade, aumentado no fígado de camundongos mais velhos, aumento basal em ratos de 30-32 meses, poderiam somar-se ao aumento de peso dos camundongos do presente estudo, como fatores para o estresse oxidativo.

Ao focarmos na bioquímica sanguínea, podemos perceber que ambos grupos diminuíram seus níveis de triglicerídeos. Porém, o grupo hormônio teve uma perda de 9,22% a mais que o grupo controle. Pintana, (2015), nos traz em sua pesquisa que a terapia de reposição de testosterona diminuiu o valor de triglicerídeos em ratos, o que contrapõe este parâmetro à prerrogativa de um aumento de seu valor ser associado a problemas cardiovasculares. Pintana, (2015) cita ainda, no mesmo estudo, que a TRT não teve significativa alteração de glicemia nem colesterol.

Os resultados da bioquímica sanguínea para glicemia em ambos grupos foi uma redução no valor final. Apesar do grupo controle e grupo hormônio terem tido essa queda, o grupo hormônio teve uma diminuição de 7,68% a menos do que o grupo controle. Kapoor (2006), nos diz que em seus estudos os ratos castrados e depois tratados com TRT melhoraram a sensibilidade a insulina, porém mesmo com o uso de testosterona o grupo hormônio não teve vantagem em sua glicemia em comparação ao grupo controle. Wu, (2016) concluiu que a flutuação da glicose aumenta o estresse oxidativo; apesar de ambos grupos terem atenuado seus níveis de glicose, supõe-se que a TRT deveria evitar tais flutuações. Levando em conta ambos autores, há necessidade de mais estudos para explicar a diminuição da glicemia mais forte no grupo controle.

Analisando os valores de colesterol, vemos um aumento destes níveis em ambos grupos. Porém houve um acréscimo de 4,62% a mais no resultado final do grupo hormônio em comparação ao grupo controle. Yao (2017), diz que o aumento da lipoproteína de baixa densidade (LDL) e sua forma oxidativa, (LDL-ox), no sub-endotélio vascular é característico da aterogênese. Os macrófagos ativados então liberam citocinas pró-inflamatórias, espécies reativas de oxigênio (ROS) e enzimas proteolíticas, resultando em degradação da matriz e desestabilização da placa aterosclerótica.

Estudos epidemiológicos longitudinais têm demonstrado que existe uma correlação direta entre os níveis de colesterol plasmático e o aumento de doenças cardiovasculares. Essa correlação depende, particularmente, da concentração das lipoproteínas (notadamente LDL e HDL) que transportam o colesterol na corrente sanguínea. (CASTRO, 2004). Vários relatos mostraram uma ligação entre o alto colesterol dietético e / ou a exposição à gordura ao estresse oxidativo em modelo

animal (LU, 2011). O autor que também descreveu em seu estudo sobre colesterol e apoptose das células beta pancreáticas pelo estresse oxidativo que o número de células aderentes do grupo colesterol estudado foi significativamente aumentado. Isto sugeriu que a geração excessiva de ROS após o carregamento de colesterol pode contribuir para a apoptose.

Ainda no estudo de Lu (2011), para confirmar esta possibilidade adicionalmente, os níveis intracelulares de ROS foram medidos após a exposição ao colesterol, utilizando um indicador permeável às células para ROS, H₂ DCFDA. Imagens microscópicas confocais revelaram que o carregamento de colesterol aumentou significativamente a intensidade de fluorescência na maioria das células.

Desta conclusão, podemos deduzir que quando maior for a quantidade de colesterol presente, maior será a geração de espécies reativas de oxigênio, portanto, havendo um maior estresse oxidativo celular.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A terapia de reposição de testosterona pode afetar negativamente o dano clínico induzido pelo estresse oxidativo, o que poderia acarretar no desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

As DCV são uma das principais causas de morbidade e mortalidade em idosos, e a aterosclerose desempenha um papel crucial como principal evento causal. Diversos estudos comprovaram que a tolerância cardíaca ao estresse oxidativo diminui com a idade, devido à redução das concentrações das enzimas antioxidantes, contribuindo para o desenvolvimento de alterações cardiovasculares.

As Espécies reativas de oxigênio e nitrogênio são produzidas por vários processos endógenos e exógenos. O estresse oxidativo resulta do desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio e a defesa antioxidante e está primariamente envolvido na “teoria do envelhecimento”. O estresse oxidativo também está relacionado a várias doenças crônicas na população idosa.

O presente estudo mostrou alterações de peso e em marcadores de bioquímica sanguínea como o aumento no nível de colesterol que somados ao fator idade podem ter gerado um estresse oxidativo celular, que como foi dito é fator crucial para o desenvolvimento de várias patologias, dentre elas, as doenças cardiovasculares.

Mais investigações são necessárias para avaliar o nível de oxidação celular provocado pela terapia de reposição de testosterona e como isso pode afetar o sistema cardiovascular.

REFERÊNCIAS

AL-KHUDAIRY L, Flowers N, Wheelhouse R, Ghannam O, Hartley L, Stranges S, Rees K. **Vitamin C supplementation for the primary prevention of cardiovascular disease**. Cochrane Database of Systematic Reviews 2017, Issue 3. Art. No.: CD011114. DOI: 10.1002/14651858.CD011114.pub2.

BADIMON, J. et. Al. **The Pathogenesis of Coronary Artery Disease and the Acute Coronary Syndromes.** January 23, 1992 N Engl J Med 1992; 326:242-250 DOI:10.1056/NEJM199201233260406.

BAKKER, S. J.L et al. **Cytosolic triglycerides and oxidative stress in central obesity: the missing link between excessive atherosclerosis, endothelial dysfunction, and β -cell failure?** *Atherosclerosis*, Volume 148 , Issue 1 , 17 – 21, January, 2000.

BALMUS, I. M., Ciobica, A., Antioch, I., Dobrin, R., & Timofte, D. (2016). **Oxidative Stress Implications in the Affective Disorders: Main Biomarkers, Animal Models Relevance, Genetic Perspectives, and Antioxidant Approaches.** *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, 3975101.

BARAZZONI, R. et al. **“High-Fat Diet with Acyl-Ghrelin Treatment Leads to Weight Gain with Low Inflammation, High Oxidative Capacity and Normal Triglycerides in Rat Muscle.”** Ed. Ian Lanza. *PLoS ONE* 6.10 (2011): e26224. PMC. Web. 24 May 2018.

BRAUNWALD, E., ZIPES, D.P., ET AL - Braunwald’s Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine, 10th ed, Saunders Elsevier, 2012.

CASTRO, Luiza Carla Vidigal et al. **Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos.** *Rev. Nutr.,Campinas* , v. 17, n. 3, p. 369-377, set. 2004 .

EGEA, J., Fabregat, I., Frapart, Y. M., Ghezzi, P., Görlach, A., Kietzmann, T., Daiber, A. (2017). **European contribution to the study of ROS: A summary of the findings and prospects for the future from the COST action BM1203 (EU-ROS).** *Redox Biology*, 13, 94–162.

FUI, N.T., Mark et al. **“Effects of Testosterone Treatment on Body Fat and Lean Mass in Obese Men on a Hypocaloric Diet: A Randomised Controlled Trial.”** *BMC Medicine* 14 (2016): 153. PMC.

GIANNOULIS, M. G. et al. **“Hormone Replacement Therapy and Physical Function in Healthy Older Men. Time to Talk Hormones?”** *Endocrine Reviews*33.3 (2012): 314–377. PMC.

GUS, Iseu; FISCHMANN, Airton; MEDINA, Cláudio. **Prevalência dos fatores de risco da doença arterial coronariana no Estado do Rio Grande do Sul.** *Arq bras cardiol*, v. 78, n. 5, p. 478-83, 2002.

HUANG, C.-J. et al. **“Obesity-Related Oxidative Stress: The Impact of Physical Activity and Diet Manipulation.”** *Sports Medicine - Open* 1 (2015): 32. PMC. Web. 22 May 2018.

HURRELE, S., Hsu W., H. **The etiology of oxidative stress in insulin resistance.** *Biomedical Journal* Volume 40, Issue5, October 2017, Pages 257-262.

KAPOOR, D. et al. **Testosterone replacement therapy improves insulin resistance, glycaemic control, visceral adiposity and hypercholesterolaemia in hypogonadal men with type 2 diabetes.** *Eur J Endocrinol*, June 1, 2006 154 899-906.

LICHTENSTEIN A.,H. et. Al. **Diet and Lifestyle Recommendations Revision 2006** *Circulation*. 2006;114:82-96, originally published July 3, 2006.

MAHAN, K.L; ESCOTT, S.S. RAYMOND, J.L. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia.** 12^a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, pp.87-88, 2013.

MARTARELLI, Daniele et al. **“Diaphragmatic Breathing Reduces Exercise-Induced Oxidative Stress.”** *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine : eCAM* 2011 (2011): 932430. PMC.

- MIKHED, Y., Daiber, A., & Steven, S. (2015). **Mitochondrial Oxidative Stress. Mitochondrial DNA Damage and Their Role in Age-Related Vascular Dysfunction.** *International Journal of Molecular Sciences*, 16(7), 15918–15953.
- MONACELLI, Fiammetta et al. “**Vitamin C, Aging and Alzheimer’s Disease**”. *Nutrients* 9.7 (2017): 670. PMC.
- OECD. (2017). **Health at a Glance 2017: OECD Indicators.** (OECD Indicators, Ed.). OECD.
- PINHO, Ricardo A. et al. **Doença arterial coronariana, exercício físico e estresse oxidativo.** *Arq Bras Cardiol*, v. 94, n. 4, p. 549-55, 2010.
- PINTANA, H. et al. “**Testosterone Replacement Attenuates Cognitive Decline in Testosterone-Deprived Lean Rats, but Not in Obese Rats, by Mitigating Brain Oxidative Stress.**” *Age* 37.5 (2015): 84. PMC. Web. 24 May 2018.
- RONSEIN, G. et al. **Influência do estresse nos níveis sanguíneos de lipídeos, de ácido ascórbico, de zinco e de outros parâmetros bioquímicos.** *Rev. Bras. Anal. Clín.* v.1, n35, 2013.
- SANTOS, M., R. dos. “**Efeito do treinamento físico isolado ou associado à reposição de testosterona em pacientes com insuficiência cardíaca**”. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Programa de Cardiologia. USP/FM/DBD-268/13. São Paulo, 2013.
- SAVINI, Isabella et al. “**Obesity- Associated Oxidative Stress: Strategies Finalized to Improve Redox State.**” *International Journal of Molecular Sciences* 14.5 (2013): 10497-10538. PMC.
- SCHÖTTKER, B. et al. “**Evidence for the Free Radical/oxidative Stress Theory of Ageing from the CHANCES Consortium: A Meta-Analysis of Individual Participant Data.**” *BMC Medicine* 13 (2015): 300. PMC.
- SPINELLI, M., O. e cols. “**Perfil Bioquímico dos Animais de Laboratório do Biotério da Faculdade de Medicina da USP**”. *RESBCAL*, São Paulo, v.1 n.1, p. 76-81, jan./fev./mar. 2012.
- SPOSITO, Andrei C. et al. **IV Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia.** *Arq. Bras. Cardiol.* [online]. 2007, vol.88, suppl.1, pp.2-19.
- SURAMPUDI, P. N., Wang C., Swerdloff R. “**Hypogonadism in the Aging Male Diagnosis, Potential Benefits, and Risks of Testosterone Replacement Therapy.**” *International Journal of Endocrinology* 2012 (2012): 625434. PMC.
- VARGAS, B., L. et al. “**Efeito das cápsulas de camu-camu sobre a glicemia e o perfil lipídico de adultos saudáveis**”. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 2015;20(1):48-61.
- World Health Organization. (2017). **WHO | Cardiovascular diseases (CVDs).** WHO.<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/#.WaVz7xsPTCU.mendeley>.
- WU, N. et al. “**Acute Blood Glucose Fluctuation Enhances Rat Aorta Endothelial Cell Apoptosis, Oxidative Stress and pro-Inflammatory Cytokine Expression in Vivo.**” *Cardiovascular Diabetology* 15 (2016): 109. PMC. Web. 24 May 2018.
- YAO, Yansheng et al. “**Klotho Ameliorates Oxidized Low Density Lipoprotein (ox-LDL)-Induced Oxidative Stress via Regulating LOX-1 and PI3K/Akt/eNOS Pathways.**” *Lipids in Health and Disease* 16 (2017): 77. PMC.
- ZHANG, H.; DAVIES, K.JA.; FORMAN, H. J. “**Oxidative stress response and nrf2 signaling in aging.**” *Free Radic Biol Med.* 2015 Nov; 88(0 0): 314–336.

VIRULÊNCIA E PERFIL DE SUSCEPTIBILIDADE ANTIFÚNGICA DE ESPÉCIES DE *Candida*

Data de submissão: 04/11/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Renato Birlo de Araújo

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Medicina Tropical
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/2301773243424680>

Adryelle Idalina da Silva Alves

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Medicina Tropical
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/5105182366313440>

Melyna Chaves Leite de Andrade

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Medicina Tropical
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/1717513620235283>

Franz de Assis Graciano dos Santos

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Micologia
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/3066208919281276>

Michellangelo Nunes da Silva

Faculdade Estácio do Recife
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/9100313097732443>

Paulo Roberto de Moura Carvalho

Secretaria de Saúde do Recife/SESAU
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/5336746797720741>

Reginaldo Gonçalves de Lima Neto

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Medicina Tropical
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/9993875563206244>

Rejane Pereira Neves

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Micologia
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/0360951033804105>

Danielle Patrícia Cerqueira Macêdo

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Ciências Farmacêuticas
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/8213960652065346>

RESUMO: Introdução: O gênero *Candida* é composto por aproximadamente 200 espécies diferentes de leveduras que existem como agentes comensais integrando a microbiota normal de indivíduos sãos. Essas leveduras podem se tornar patogênicas e capazes de ocasionar uma grande variedade de síndromes clínicas, após estabelecimento do processo de adesão e formação do biofilme. **Objetivo:** Revisar taxonomicamente e avaliar a capacidade de aderência, formação de biofilme e susceptibilidade antifúngica de isolados clínicos de *Candida*. **Metodologia:** Foi realizada

autenticação dos isolados clínicos de *Candida* através de critérios morfofisiológicos, além da proteômica por MALDI-TOF MS. O teste de aderência às células epiteliais foi baseado em Kimura e Pearsall (1978) e Sobel et al. (1981). Já o teste de sensibilidade antifúngica *in vitro* foi executado utilizando seis fármacos antifúngicos. A interpretação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) foi realizada de acordo com o documento CLSI/ M27-A2. O ensaio qualitativo do biofilme utilizou o método de leitura visual descrito por Pfaller et al. (1995). Já o ensaio quantitativo do biofilme foi realizado de acordo com o protocolo de Melo et al. (2011), com modificações. **Resultados e discussão:** A maioria das espécies identificadas foi de *Candida* não-*Candida albicans*. Quanto à aderência, os isolados variaram na expressão desta habilidade, sendo 37,5% sem capacidade de adesão. Dentre os antifúngicos testados, micafungina e ciclopirox olamina exibiram os melhores resultados. Ademais, todas as espécies estudadas foram capazes de formar biofilme, embora, em diferentes graus (fraco, moderado e forte). **Conclusão:** Neste estudo foi possível observar que as espécies prevalentes foram *C. albicans* (31,25%) e *C. glabrata* (31,25%). Todos isolados do estudo foram capazes de formar biofilme, inclusive as leveduras que não apresentaram perfil de aderência, o que indica que nem sempre o perfil de adesão é obrigatório para a célula fúngica formar biofilme. **PALAVRAS-CHAVE:** *Candida*. Biofilme. Antifúngicos.

VIRULENCE AND PROFILE OF ANTIFUNGAL SUSCEPTIBILITY OF *Candida* SPECIES

ABSTRACT: Introduction: The genus *Candida* is composed of approximately 200 different species of yeast that exist as commensal agents integrating the normal microbiota of healthy individuals. These yeasts can become pathogenic and can cause a wide variety of clinical syndromes, after the adhesion process and biofilm formation are established. **Objective:** To review taxonomically and evaluate the adherence capacity, biofilm formation and antifungal susceptibility of *Candida* clinical isolates. **Methodology:** *Candida* clinical isolates were authenticated using morphophysiological criteria and proteomics by MALDI-TOF MS. The epithelial cell adherence test was based on Kimura and Pearsall (1978) and Sobel et al. (1981). In vitro antifungal sensitivity test was performed using six antifungal drugs. The interpretation of the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) was performed according to CLSI / M27-A2 document. Qualitative biofilm assay used the visual reading method described by Pfaller et al. (1995). The quantitative biofilm assay was performed according to the protocol of Melo et al. (2011), with modifications. **Results and discussion:** Most species identified were *Candida* non-*Candida albicans*. Regarding adherence, isolates varied in the expression of this ability, being 37.5% without adhesion capacity. Among the antifungals tested, micafungin and ciclopirox olamine showed the best results. In addition, all species studied were able to form biofilm, although to varying degrees (weak, moderate and strong). **Conclusion:** In this study it was possible to observe that the prevalent species were *C. albicans* (31.25%) and *C. glabrata* (31.25%). All isolates from the study were able to form biofilm, including yeasts that did not show adherence profile, indicating

that the adhesion profile is not always mandatory for the fungal cell to form biofilm.

KEYWORDS: Candida. Biofilm. Antifungals.

1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Candida* é composto por aproximadamente 200 espécies diferentes de leveduras que existem como agentes comensais integrando a microbiota normal de indivíduos sãos. Porém, assim que ocorre quebra no equilíbrio da microbiota ou do sistema imunológico, essas leveduras tornam-se patogênicas e passam a ser capazes de ocasionar uma grande variedade de síndromes clínicas (PEIXOTO et al., 2014).

O desenvolvimento de adesão é uma etapa fundamental para a progressão do quadro infeccioso pelas células fúngicas, além de facilitar o processo de formação de biofilmes, podendo ocorrer tanto nas células e tecidos do hospedeiro quanto em superfícies abióticas. O processo de adesão pode sofrer influência de diversos fatores, incluindo a composição das estruturas que formam a parede celular dos fungos e ocorre através de adesinas, moléculas que se encontram na superfície de microrganismos interagindo com receptores existentes nas células do hospedeiro, responsáveis pelo processo de adesão (OLIVEIRA, 2011; SOUZA, 2015).

Após estabelecimento do processo de adesão dá-se início à formação do biofilme, estrutura formada por populações de microrganismos capazes de aderir a superfícies e que se encontram imersas em matriz de substância polissacarídica extracelular na tentativa de se adaptarem frente a diversas condições desfavoráveis (OLIVEIRA, 2011). *Candida albicans* habita, frequentemente, a cavidade oral através da formação de biofilmes, relacionando-se com outros microrganismos locais, e as condições do mesmo favorecem a persistência das células de leveduras (ALSHANTA et al., 2019).

O desenvolvimento de resistência a medicamentos antifúngicos é uma das características mais importantes observadas na formação do biofilme (SOUZA, 2015). Sherry et al. (2014) demonstraram que a atividade da anfotericina B foi afetada em isolados que possuíam alta capacidade de formar biofilmes, além de evidenciar que quanto maior a hidrofobicidade da superfície celular dos isolados maior é a capacidade de formá-los.

2 | OBJETIVO GERAL

Revisar taxonomicamente e avaliar a capacidade de aderência, formação de biofilme e susceptibilidade antifúngica de isolados clínicos de *Candida*.

3 | METODOLOGIA

3.1 Autenticação dos isolados clínicos de *Candida*

Foram utilizadas leveduras clínicas do gênero *Candida* mantidas no Laboratório de Micologia Médica da Universidade Federal de Pernambuco (CB/UFPE). Os isolados foram autenticados taxonomicamente seguindo os protocolos propostos por Barnett, et al. (2000) e Hoog, et al. (2000) através de critérios morfofisiológicos, além da análise proteômica por MALDI-TOF MS (Bruker Daltonics, Germany) (Pulcrano et al., 2013).

3.2 Teste de aderência às células epiteliais

Os testes de aderência foram baseados em Kimura e Pearsall (1978) e Sobel et al. (1981). As células epiteliais foram obtidas da cavidade bucal de doador jovem, clinicamente são. Tampão fosfato (PBS) foi utilizado durante os testes. As suspensões celulares obtidas foram mantidas em refrigeração, com objetivo de evitar alterações celulares. Os isolados foram crescidos “overnight” em meio NGY (neopeptona 1g/L; dextrose 4g/L; *bacto yeast extract* 1g/L). As amostras de células epiteliais bucais humanas foram coletadas com auxílio de *swab* estéril friccionado por 2 minutos na cavidade oral e transferidos para tubos Falcon contendo 5 mL de tampão fosfato (PBS - Phosphate Buffered Saline; NaCl 8g/L; KCl 0,2g/L; Na₂HPO₃ 1,44g/L, KH₂PO₄ 0,24 g/L, pH 7,2) e mantidas refrigeradas até o momento de experimentação. As suspensões contendo isolados do gênero *Candida* e células epiteliais foram lavadas três vezes com PBS através de centrifugação a 1200g (4°C) por 5 min. O inóculo da levedura foi padronizado para 5 x 10⁶ células/mL e o das células epiteliais bucais para 5 x 10⁵ células/mL. Os dois tipos de células foram misturados em iguais proporções (100µl de cada suspensão), em seguida, incubados a 37°C, 200 rpm (rotações por minuto), por 1h. As células foram fixadas em formalina (solução de formaldeído a 10% em PBS) e as leveduras aderidas contadas em microscópio óptico (Olympus CX21) com objetiva de 40x.

3.3 Teste de susceptibilidade antifúngica *in vitro*

Todas as leveduras foram estudadas confrontando seis drogas antifúngicas (Fluconazol, Anfotericina B, Caspofungina, Anidulafungina, Micafungina e Ciclopirox Olamina). A interpretação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) foi de acordo com o protocolo descrito no documento M27-A3 e M27-S4 do *Clinical and Laboratory Standards Institute*, (CLSI, 2008; 2012). Para controle de qualidade, foram utilizadas as cepas ATCC® 90028 (*C. albicans*) e ATCC® 22019 (*C. parapsilosis*) recomendadas como padrão para as drogas testadas.

3.4 Ensaio qualitativo do biofilme

A avaliação da capacidade de formação de biofilme foi realizada utilizando o método visual descrito por Pfaller *et al.*, (1995). Os isolados foram semeados no meio ágar Sabouraud contido em placas de Petri e mantidas a 35°C por 24 horas. Posteriormente, foi realizada uma suspensão em salina com concentração final de 10⁶ UFC/mL. Desta suspensão, 20 µl foram inoculados em 180 µl de caldo Sabouraud contido nos poços das microplacas, as quais foram mantidas a 35°C por 24h sem agitação. Em seguida, o conteúdo foi aspirado e os poços lavados com água destilada e sobre estes, adicionado o corante safranina para realização de avaliação de acordo com a intensidade da coloração. Os parâmetros utilizados para interpretação foram: fraca coloração, foram lidos como (1+); coloração mediana (2+ a 3+) e fortemente corados (4+) representando atividade de formação de biofilme fraca, moderada e forte, respectivamente.

3.5 Ensaio quantitativo do biofilme

O método para a produção de biofilme foi realizado de acordo com o protocolo de Melo *et al.* (2011), com algumas modificações. As leveduras foram cultivadas em Ágar Sabouraud dextrose durante 24h a 35°C, a partir desse crescimento, foi preparado um inóculo padronizado contendo 3 mL de solução salina, sendo a turbidez comparável ao padrão da escala 4 de MacFarland. A partir do inóculo, alíquotas de 20 µL foram transferidas para a placa de poliestireno, contendo 180 µL de caldo Sabouraud suplementado com 8% de glicose. Após 24h de incubação a 35°C, a cultura foi delicadamente retirada utilizando pipeta Pasteur. Cada poço foi lavado duas vezes com 200 µL de PBS para remover as leveduras que não estavam aderidas. As placas secaram durante 20 minutos a 35°C. Posteriormente, foram adicionados 110 µL de cristal violeta a 0,4% em cada poço e deixados durante 45 minutos. As placas foram lavadas três vezes com 200 µL de água esterilizada e ultrapurificada em aparelho Milli-Q. O processo de perda foi realizado utilizando 200 µL de etanol durante 45 min. Em seguida, 100 µL de cada solução dos poços foram transferidos para uma nova placa e a produção de biofilme foi medida em espectrofotômetro a 595 nm. Os valores de absorbância dos controles negativos (poços apenas com as culturas) foram subtraídos dos valores das cepas testadas para minimizar interferências potenciais.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Obtenção e autenticação dos isolados clínicos de *Candida*

Foram obtidos 16 isolados de *Candida* oriundas de amostras clínicas mantidas no Laboratório de Micologia Médica-CB/UFPE, e identificados inicialmente pelo método CHROMagar™ *Candida*, em seguida foram utilizados métodos de análises morfofisiológicas. Macroscopicamente, foram observados aspectos como textura, cor

e bordas das colônias. À microscopia foram observados tamanho das células, tipo de brotamento, formação de micélio e pseudomicélio e clamidósporos, caracterizando morfologicamente as espécies de *Candida*, cujo os resultados obtidos estão apoiados por Barnett et al. (2000), Hoog et al. (2000) e Lacaz et al. (2002). Fisiologicamente, as leveduras foram identificadas através do perfil de assimilação das fontes de carbono e nitrogênio, e produção de urease os quais indicam as espécies indicadas neste estudo. Em seguida, foi realizada a identificação através da análise proteômica por MALDI-TOF (Bruker Daltonics, Germany) (Pulcrano et al., 2013) em espectrofotômetro de massa.

Dentre os 16 isolados cultivados em meio CHROMagar™ *Candida*, oito mostraram características fisiológicas em concordância com a técnica. Todas espécies mostraram 100% de concordância entre os métodos morfofisiológicos e proteômicos.

Isolado	Métodos convencionais		Análise proteômica
	CHROMagar™ <i>Candida</i>	Análises morfológicas, fisiológicas e bioquímicas	MALDI TOF MS
I	NI	<i>Candida glabrata</i>	<i>Candida glabrata</i>
II	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>
III	<i>Candida tropicalis</i>	<i>Candida tropicalis</i>	<i>Candida tropicalis</i>
IV	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>
V	NI	<i>Candida glabrata</i>	<i>Candida glabrata</i>
VI	NI	<i>Candida glabrata</i>	<i>Candida glabrata</i>
VII	NI	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>
VIII	<i>Candida tropicalis</i>	<i>Candida tropicalis</i>	<i>Candida tropicalis</i>
IX	NI	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>
X	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>
XI	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>
XII	<i>Candida tropicalis</i>	<i>Candida tropicalis</i>	<i>Candida tropicalis</i>
XIII	NI	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>
XIV	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Candida albicans</i>
XV	NI	<i>Candida glabrata</i>	<i>Candida glabrata</i>
XVI	NI	<i>Candida glabrata</i>	<i>Candida glabrata</i>

Tabela 1 – Identificação dos isolados clínicos de *Candida*.

Fonte: Autoria própria.

4.2 de aderência às células epiteliais

A tabela 2 demonstra a classificação quanto ao perfil de adesão às células epiteliais pelas leveduras do gênero *Candida*.

Isolado	Espécies	Aderência
I	<i>Candida glabrata</i>	–
II	<i>Candida albicans</i>	+
III	<i>Candida tropicalis</i>	++
IV	<i>Candida albicans</i>	+

V	<i>Candida glabrata</i>	–
VI	<i>Candida glabrata</i>	–
VII	<i>Candida parapsilosis</i>	++
VIII	<i>Candida tropicalis</i>	+
IX	<i>Candida parapsilosis</i>	–
X	<i>Candida albicans</i>	++
XI	<i>Candida albicans</i>	++
XII	<i>Candida tropicalis</i>	++
XIII	<i>Candida parapsilosis</i>	–
XIV	<i>Candida albicans</i>	+
XV	<i>Candida glabrata</i>	+
XVI	<i>Candida glabrata</i>	–

Tabela 2 – Perfil de aderência dos isolados clínicos de *Candida*.

Fonte: Autoria própria.

*Sem aderência: –; Fraca: +; Forte: ++

Os isolados foram classificados de acordo com as categorias sem aderência, fraca e forte, sendo que seis (37,5%) isolados não apresentaram capacidade de adesão, cinco (31,25%) isolados apresentaram fraca capacidade de adesão (Figura 1a) e cinco (31,25%) apresentaram forte capacidade de se aderir às células epiteliais (Figura 1b).

Tamura et al. (2007) relatam *C. glabrata* como a espécie com maior capacidade de aderência. Em seu estudo, Souza (2015) avaliou a capacidade de adesão de espécies do gênero *Candida* e observou que a espécie *C. glabrata* apresentou capacidade de adesão superior em relação às outras espécies não-*C. albicans*; porém nossos resultados mostraram que a referida espécie apresentou perfil sem aderência (80%) e com aderência fraca (20%).

Costa (2009) e Moreno e seus colaboradores (2009) observaram espécies de *C. tropicalis* com maior capacidade de aderência. O que corrobora com nosso estudo, onde 66,7% das espécies de *C. tropicalis* apresentaram perfil de aderência forte.

Nosso estudo mostrou que todos os isolados de *C. albicans* apresentaram perfil de aderência, variando entre fraco (60%) e forte (40%); essa alta habilidade de se aderir às células epiteliais apresentada por *C. albicans* pode estar diretamente relacionada com o fato de esta espécie ter um alto potencial de virulência. A variação dos resultados deste teste demonstram que não existe um padrão espécie-específico na expressão das adesinas, podendo estar relacionada à fatores ambientais/nutricionais (MAVOR; THEWES; HUBE, 2005; SILVA et al., 2012).

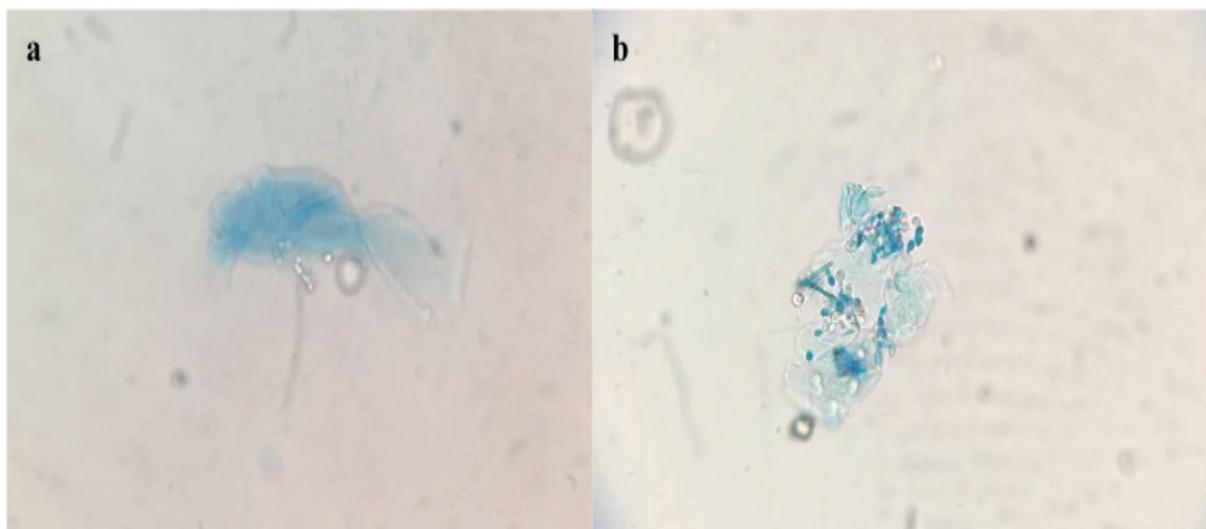


Figura 1: Representação do teste de aderência por leveduras do gênero *Candida*

(a) fraca aderência de leveduras do gênero *Candida* as células epiteliais coradas com azul de metileno. (400x). (b) forte aderência de leveduras do gênero *Candida* as células epiteliais coradas com azul de metileno. (400x).

4.3 Teste de susceptibilidade antifúngica *in vitro*

A tabela 3 apresenta os dados referentes às CIMs (Concentração Inibitória Mínima) obtidas no teste de susceptibilidade antifúngica, pelas células de leveduras

Isolados	Identificação	Anfotericina B	Fluconazol	Micafungina	Ciclopirox olamina
I	<i>C. glabrata</i>	16 (R)	4 (SDD)	0,06 (S)	0,5
II	<i>C. albicans</i>	16 (R)	4 (SDD)	0,03 (S)	1
III	<i>C. tropicalis</i>	16 (R)	4 (SDD)	0,06 (S)	0,5
IV	<i>C. albicans</i>	4 (R)	8 (R)	0,06 (S)	1
V	<i>C. glabrata</i>	2 (R)	8 (SDD)	0,03 (S)	1
VI	<i>C. glabrata</i>	1 (S)	4 (SDD)	0,03 (S)	0,06
VII	<i>C. parapsilosis</i>	4 (R)	32 (R)	1 (S)	0,25
VIII	<i>C. tropicalis</i>	4 (R)	16 (R)	0,06 (S)	1
IX	<i>C. parapsilosis</i>	4 (R)	4 (SDD)	8 (R)	0,25
X	<i>C. albicans</i>	2 (R)	2 (S)	0,03 (S)	0,5
XI	<i>C. tropicalis</i>	2 (R)	8 (R)	0,03 (S)	0,5
XII	<i>C. tropicalis</i>	4 (R)	32 (R)	0,03 (S)	0,25
XIII	<i>C. parapsilosis</i>	4 (R)	2 (S)	1 (S)	0,5
XIV	<i>C. albicans</i>	8 (R)	4 (SDD)	0,03 (S)	2
XV	<i>C. glabrata</i>	16 (R)	4 (SDD)	0,03 (S)	0,5
XVI	<i>C. glabrata</i>	0,25 (S)	4 (SDD)	0,03 (S)	0,25

Tabela 3 – Ensaio de susceptibilidade antifúngica *in vitro* dos isolados de *Candida* com base no documento M27-A3 e S4 do CLSI (2008; 2012).

Fonte: Autoria própria. (* S: Sensível; SDD: Sensível Dose-Dependente; I: Intermediária; R: Resistente)

Os isolados analisados apresentaram variados perfis de sensibilidade em

relação ao antifúngico fluconazol, sendo que 56,25% foram considerados sensíveis dose-dependentes, 12,5% foram considerados sensíveis, e 31,25% apresentaram-se resistentes. O aumento da CIM pelas espécies *C. parapsilosis* e *C. tropicalis* pode ser devido às possíveis exposições prévias ao fluconazol, visto que permanece como fármaco de escolha tanto para profilaxia quanto para tratamento de casos de candidíase, e sua utilização, de forma empírica, pode provocar o aparecimento de resistência em isolados anteriormente sensíveis (DEMITTO et al., 2012).

Em relação ao antifúngico anfotericina B, 87,5% dos isolados apresentaram-se resistentes enquanto que 12,5% se mostraram sensíveis à droga. Em um estudo realizado por Dalazen e seus colaboradores (2011), foi observada resistência à anfotericina B por espécies do gênero *Candida* em 100% dos isolados. Os isolados clínicos testados na nossa pesquisa também apresentaram altos índices de resistência, frente ao antifúngico considerado padrão-ouro para o tratamento de micoses invasivas.

A micafungina, fármaco da classe das equinocandinas, apresentou menores CIM's frente aos isolados clínicos avaliados neste estudo. Assim, 93,75% dos isolados foram considerados sensíveis, enquanto 6,25% foram considerados resistentes à droga em questão. Nossos dados estão apoiados nos estudos de Quindós et al. (2009), onde relatam que a micafungina apresenta bom espectro de atividade contra isolados clinicamente relevantes de *Candida*, incluindo *C. glabrata* resistentes à fluconazol.

Ciclopirox olamina, apesar de não ser um antifúngico instituído na terapêutica de infecções invasivas por *Candida*, apresentou-se com um bom espectro de ação na inibição do desenvolvimento das cepas de *Candida* testadas com números de CIM's relativamente baixos. Gupta e Kohli (2003) realizaram estudo de susceptibilidade ao ciclopirox olamina por leveduras do gênero *Candida* e obtiveram faixa de CIM entre 0,03-0,07 $\mu\text{g/ml}$. Também, em outro estudo realizado por Kokjohn e seus colaboradores (2003) mostrou uma excelente atividade do ciclopirox olamina contra todos os isolados com CIM variando de 0,001 a 0,25 $\mu\text{g/ml}$. Assim, os baixos valores de CIM's de ciclopirox olamina obtidos em nosso estudo corroboram com os resultados encontrados, mostrando que este fármaco se apresenta eficaz contra cepas de *Candida* isoladas a partir de diferentes sítios de infecção.

4.4 Ensaio qualitativo e quantitativo do biofilme

Conseguimos demonstrar que todas as espécies testadas foram capazes de formar biofilme, embora, em diferentes graus. Dessa forma, os isolados foram distribuídos nas seguintes categorias: fraco, moderado e forte formador de biofilme. A espécie *C. parapsilosis* apresentou homogeneidade nos resultados, enquanto que as outras espécies distribuíram-se nas três categorias. Resultados diferentes assumidos pela mesma espécie pode ser explicada, em parte, pela diferença interespecie de biomassa e pela estruturação da matriz exopolimérica produzida por cada isolado fúngico (OLIVEIRA, 2011).

Quanto à avaliação quantitativa, nosso estudo mostrou que o isolado IV (*Candida albicans*) apresentou maior capacidade de formar biofilme, enquanto que o isolado I (*Candida glabrata*) mostrou ser um fraco formador de biofilme. Nossos resultados corroboram com os resultados obtidos no teste qualitativo para formação de biofilme.

Isolado	Espécies	Formação de Biofilme
I	<i>Candida glabrata</i>	+
II	<i>Candida albicans</i>	+
III	<i>Candida tropicalis</i>	++
IV	<i>Candida albicans</i>	+++
V	<i>Candida glabrata</i>	+
VI	<i>Candida glabrata</i>	++
VII	<i>Candida parapsilosis</i>	+
VIII	<i>Candida tropicalis</i>	+++
IX	<i>Candida parapsilosis</i>	+
X	<i>Candida albicans</i>	++
XI	<i>Candida albicans</i>	+
XII	<i>Candida tropicalis</i>	++
XIII	<i>Candida parapsilosis</i>	+
XIV	<i>Candida albicans</i>	+
XV	<i>Candida glabrata</i>	+
XVI	<i>Candida glabrata</i>	++

Tabela 3 – Perfil de avaliação da formação de biofilme por isolados clínicos de *Candida*.

Fonte: A autoria própria.

* Fraca: +; Moderada: ++; Forte: +++

A tabela 4 mostra a quantificação do biofilme pelos isolados clínicos, medida através de espectrofotometria. A absorbância foi calculada através da seguinte equação

$$Abf = Abi - C$$

onde, Abf é absorbância final, Abi é absorbância inicial e C é controle negativo.

Isolado	Espécies	Absorbância (Abf)
I	<i>Candida glabrata</i>	0,023
II	<i>Candida albicans</i>	0,032
III	<i>Candida tropicalis</i>	0,197
IV	<i>Candida albicans</i>	0,413
V	<i>Candida glabrata</i>	0,313
VI	<i>Candida glabrata</i>	0,184
VII	<i>Candida parapsilosis</i>	0,194
VIII	<i>Candida tropicalis</i>	0,255

IX	<i>Candida parapsilosis</i>	0,064
X	<i>Candida albicans</i>	0,200
XI	<i>Candida albicans</i>	0,301
XII	<i>Candida tropicalis</i>	0,150
XIII	<i>Candida parapsilosis</i>	0,185
XIV	<i>Candida albicans</i>	0,237
XV	<i>Candida glabrata</i>	0,034
XVI	<i>Candida glabrata</i>	0,327

Tabela 4 – Quantificação de biofilme através de leitor espectrofotômetro a 595nm.

Fonte: A autoria própria. (C- = 0,129)

5 | CONCLUSÕES

Foi possível observar que as espécies mais prevalentes isoladas foram *C. albicans* (31,25%), seguida por *C. glabrata* (31,25%), demonstrando assim o aumento no surgimento de outras espécies de *Candida* não-*C. albicans*.

Quanto à aderência em células epiteliais, 62,5% dos isolados apresentaram capacidade de aderência e 37,5% não expressaram tal capacidade. Porém todos os isolados apresentaram capacidade para formação de biofilme, levantando a hipótese de que nem sempre a capacidade de adesão determinará produção de biofilme.

A maioria dos isolados (87,5%) apresentou resistência ao fármaco Anfotericina B e 31,25% dos isolados foram resistentes ao fluconazol o que destaca a importância do monitoramento da resistência aos antifúngicos utilizados nos tratamentos das síndromes clínicas causadas por *Candida spp.*; já o fármaco ciclopirox olamina apresentou bom espectro de ação ao inibir o desenvolvimento das cepas de *Candida* testadas com valores de CIMs relativamente baixos.

REFERÊNCIAS

BARNETT, J.A.; PAINE, R.W.; YARROW, D. **Yeasts: Characteristics and Identification**. Cambridge, Cambridge University Press, 2000.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Reference method for broth dilution testing of yeasts: Approved standard-third edition M27-A3**. Wayne, PA. Documento Document M27-A3. CLSI, 2008

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE. **Reference method for broth dilution antifungal susceptibility testing for yeasts. Approved standard NCCLS**. Wayne, Pa. Documento Document M27-S4. CLSI, 2012.

COSTA, K. R. C. **Aspectos fenotípicos e moleculares da adesão e atividade enzimática de *Candida sp* isolada de pacientes com sinais clínicos de candidíase oral**. [Tese de Doutorado em Biociências Aplicada a Farmácia - USP Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto], 2009.

- DALAZEN et al. **Comparação do perfil de suscetibilidade entre isolados clínicos de *Candida* spp. orais e vulvovaginais no Sul do Brasil.** J Bras Patol Med Lab, v. 47, n. 1, p. 33-38, fevereiro, 2011.
- DEMITTO, F. O. et al. **Suscetibilidade a antifúngicos *in vitro* de *Candida* spp. em pacientes do Hospital Universitário Regional de Maringá-PR.** J Bras Patol Med Lab, v. 48, n. 5, p. 315-321, outubro, 2012.
- GUPTA, A. K.; KOHLI, Y. ***In vitro* susceptibility testing of ciclopirox, terbinafine, ketoconazole and itraconazole against dermatophytes and nondermatophytes, and in vitro evaluation of combination antifungal activity.** Br. J. Dermatol., v. 149, n. 2, p. 296-305, agosto, 2003
- HOOG, G.S. et al. **Atlas of Clinical Fungi. 2ªed.** Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, the Netherlands, 2000.
- KIMURA, L.H, PEARSALL, N.N. Adherence of *Candida albicans* to Human Buccal Epithelial Cells. **Infection and Immunity.** v. 21, n. 1, p. 64-68, 1978.
- KOKJOHN, K. et al. **Evaluation of *in vitro* activity of ciclopirox olamine, butenafine HCl and econazole nitrate against dermatophytes, yeasts and bacteria.** Int J Dermatol, v. 42, suppl. 1, p. 11-17, 2003.
- MAVOR, A. L.; THEWES, S.; HUBE, B. Systemic fungal infections caused by *Candida* species: epidemiology, infection process and virulence attributes. **Current drug targets,** v. 6, n. 8, p. 863-874, dez. 2005.
- MELO, A. S. et al. Biofilm production and evaluation of antifungal susceptibility amongst clinical *Candida* spp. isolates, including strains of the *Candida parapsilosis* complex. **Med Mycol.** 2011;49(3):253–62.
- MORENO et al. Avaliação da adesão de *Candida* spp em uma resina acrílica experimental. **Revista de Odontologia da UNESP,** v. 38, 89 p., 2009.
- OLIVEIRA, J. P. **Avaliação da formação de biofilme e da patogenicidade de isolados de *Candida* spp. de pacientes de Unidades Básicas de Saúde de Porto Alegre.** 2011, 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- PFALLER, M. A. Nosocomial candidiasis: emerging species, reservoirs, and modes of transmission. **Clinical Infectious Diseases.** v. 22, p. 89-94, 1996.
- PULCRANO, G.; IULA, D. V.; VOLLARO, A.; TUCCI, A.; CERULLO, M.; ESPOSITO, M.; ROSSANO, F.; CATANIA, M. R. **Rapid and reliable MALDI-TOF mass spectrometry identification of *Candida non-albicans* isolates from bloodstream infections.** Jounar of Microbiological Methods, v.94, p. 262-266, 2013.
- QUINDÓS, G; VILLAR-VIDAL, M.; ERASO, E. **Activity of micafungin against *Candida* biofilms.** 2009. Revista Iberoamericana de Micología. 26(1):49–55.
- SILVA, S. et al. *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis* and *Candida tropicalis*: Biology, epidemiology, pathogenicity and antifungal resistance. **FEMS Microbiology Reviews,** v. 36, n. 2, p. 288-305, maio. 2012
- SOUZA, L. B. F. C. **Capacidade de adesão e formação de biofilme de *Candida* spp. isoladas da cavidade oral de pacientes transplantados renais na presença do extrato de *Eugenia uniflora*.** 2015, 106 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

TAMURA, N. K. et al . Fatores de virulência de *Candida* spp isoladas de cateteres venosos e mãos de servidores hospitalares. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.**, Uberaba, v. 40, n. 1, p.91-93, Feb. 2007.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. **Microbiologia**. 4ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 718 p.

A SOBRECARGA PSICOSSOCIAL DO CUIDADOR FAMILIAR DE PESSOAS COM DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS DEGENERATIVAS

Data de submissão: 03/12/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Sueli Ferreira de Paula Cardoso

Faculdade Anhanguera de Bauru, Psicóloga-
Bauru SP <http://lattes.cnpq.br/8571314185155639>

Claudineia Pedroso Fernandes

Faculdade Anhanguera de Bauru, Psicóloga Esp.
Recursos Humanos =Buru SP
<http://lattes.cnpq.br/7867953385738975>

Estar doente, precisando de ajuda, são circunstâncias onde nenhum de nós está imune para que não aconteça. Pessoas deparam-se, com doenças crônicas degenerativas todos os dias e se veem diante do desafio de cuidar de outras, que já não dão conta de suas atividades diárias, dentre estas cuidar de si. O cuidador familiar, muitas vezes não tem conhecimento de como executar essas tarefas e dentro dessa nova responsabilidade existe um indivíduo com planos, desejos e sonhos, que muitas vezes são deixados de lado, para se dedicar inteiramente a seu familiar que necessita de atenção e cuidados constantes. Considerando a condição humana e que todos cedo ou tarde possivelmente em algum momento passará por processo de adoecimento, não esquecendo a magnitude e beleza do altruísmo e a necessidade daqueles que amamos ou talvez

pelo simples fato de ser humano, precisou-se abordar questões sobre quem assume o papel de cuidador familiar e suas intercorrências. São vários os fatores que justificam o aumento e o surgimento das doenças ditas crônica e degenerativa, uma delas é o envelhecimento da população, onde muitos idosos desenvolvem a senilidade, fenômeno mundial que auxilia no aumento dessas doenças, outra é a falta efetiva de um programa de promoção de saúde, prevenções e práticas voltadas para qualidade de vida. Dentro de uma estratégia voltada para promoção de saúde e enfrentamento de diversos problemas que afetam o indivíduo e seu entorno, intervenções nesse sentido, favoravelmente poderão influenciar na saúde mental do cuidador familiar. Entende-se que muitas vezes há pré-disposição para se desenvolver uma determinada doença, um ambiente de acolhimento e hábitos preventivos auxiliariam favorecendo a saúde, quando isso não acontece e a doença se instala, pode-se então apresentar um declínio da capacidade funcional, da mobilidade dos membros superiores e inferiores e muitas vezes a deterioração mental levando esse indivíduo a perda da capacidade cognitiva, atribuições em parte ou completa das doenças crônicas e degenerativas, sendo assim, cuidados paliativos são essenciais e atribuídos ao cuidador, em sua maioria familiar. Entende-se que o cuidador

familiar nos cuidados paliativos tem um papel importante na vida dos pacientes que desenvolvem essas doenças, exercidos muitas vezes por uma esposa (o), mãe ou pai, filha (o) em outros casos por familiares. Sua sobrecarga nesse trabalho desencadeiam aspectos negativos associados ao cuidar. Pesquisas indicam que esses cuidadores podem desenvolver sintomas físicos e psicossociais que causam impactos em suas vidas, comprometendo assim sua qualidade de vida (QV). Com base nessas informações compreende-se a tarefa do cuidador familiar como ofício, que pela dimensão dos comprometimentos dos pacientes, o afeta em sua singularidade dentro dessa esfera. A literatura vem pesquisando cada vez mais os comprometimentos atrelados a essa ocupação, que apesar dos prejuízos descobertos, não atentam para a criação de intervenções no serviço de saúde pública em favor do cuidador familiar.

PALAVRAS-CHAVE: cuidador familiar; doença degenerativa; impacto psicossocial; deterioração mental.

REFERÊNCIAS

CRUZ, Marília da Nova and HAMDAN, Amer Cavalheiro. **O impacto da doença de Alzheimer no Cuidador.** *Psicol. estud.* [online]. 2008, vol.13, n.2, pp.223-229. ISSN 1413-7372. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-73722008000200004>. Acesso: em abr. 2018.

FREITAS, Maria Célia Rino; Mendes, Maria Manuela, **Condição crônica: análise do conceito no contexto da saúde do adulto.** *Revista Latino-Americana de Enfermagem* [en linea] 2007, 15 (Julio-Agosto): <<http://n.redalyc.org/articulo.oa?id=281421875011> > Acesso: 21 abr. 2018.

FARIA, Adriana Aparecida et al. **Cuidando de quem cuida- O papel do psicólogo com cuidadores de pacientes paliativos,** *Revista Saúde em Foco – Edição nº 9 – Ano: 2017.* http://www.unifia.edu.br/revista_eletronica/revistas/educacao_foco/artigos/ano2017/004_artigo_saude_template.pdf > Acesso: 22 de abr. 2018.

FLORIANI, Ciro Augusto. **Cuidador familiar: sobrecarga e proteção** *Rev. bras. cancerol; 50(4): 341-345, out.-dez. 2004.* Artigo em Português | Coleciona SUS | ID: sus-20902; <http://www.inca.gov.br/rbc/n_50/v04/pdf/secas5.pdf > Acesso: 21 abr de 2018.

FELIPE, Lais Keylla; Zimmermann, Anita. **Doenças crônicas degenerativas em idosos: dados fisioterapêuticos .** *Revista Brasileira da Promoção de saúde.* doi:10.5020/18061230.2011.p221, 10.5020/2075; <<http://periodicos.unifor.br/RBPS/article/view/2075>. Acesso: 21 de abr. 2018.

LUZARDO , Adriana Remião , et al . **Características de idosos com doença de alzheimer e seus cuidadores: uma série de casos em um serviço de neurogeriatria.** *Texto Contexto Enferm, Florianópolis, 2006 Out-Dez; 15(4): 587-94.* <<http://www.scielo.br/pdf/tce/v15n4/v15n4a06> > Acesso: 21 abr. 2018.

MELLO, Mariana Pimentel de et al. **O paciente oculto: Qualidade de Vida entre cuidadores e pacientes com diagnóstico de Esclerose Lateral Amiotrófica.** *Rev Bras Neurol, 45 (4): 5-16, 2009.* <<http://files.bvs.br/upload/S/0101-8469/2009/v45n4/a5-16.pdf> > Acesso: 22 abr. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE: **Diretrizes para o cuidado das pessoas com doenças crônicas nas redes de atenção à saúde e nas linhas de cuidado prioritárias** <www.saude.gov.br/bvs >. Tiragem: 1ª edição – 2013 – versão on-line <http://dab.saude.gov.br/portaldab/biblioteca.php?conteudo=publicacoes/documento_doencas_cronicas > Acesso: 22 abr. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria no.1395, de 13 de dezembro de 1999. **Institui a Política Nacional de Saúde do Idoso.** *Diário Oficial da República Federativa do Brasil (DF) dez 1999;(237-E) Seção*

1:20.

< <http://crn3.org.br/Areas/Admin/Content/upload/file-0711201573034.pdf>> Acesso: 21 abr. 2018.

WHO 1986. Carta de Ottawa, pp. 11-18; **In Ministério daSaúde/FIOCRUZ.Promoção da Saúde: Cartas de Ottawa**, Adelaide, Sundsvall e Santa Fé de Bogotá. Ministério da Saúde/IEC, Brasília. < http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/carta_ottawa.pdf > Acesso: 23 de abr. 2018.

EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO EM AMBIENTES NÃO FORMAIS, REALIZADO NA FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DE MARABÁ/PA

Data de submissão: 03/11/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Larisse Caldas da Silva

Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Sociais e Educação, Curso de Ciências Naturais com Habilitação Plena em Biologia
Marabá – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9259235057524651>

Laysa Kellen Dos Santos Alves

Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Sociais e Educação, Curso de Ciências Naturais com Habilitação Plena em Biologia
Marabá – Pará
<http://lattes.cnpq.br/4768917955584583>

Patrick Anderson Barbosa Borralho

Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Sociais e Educação, Curso de Ciências Naturais com Habilitação Plena em Biologia
Marabá – Pará
<http://lattes.cnpq.br/4434041879900368>

Nádia Nunes da Silva

Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Sociais e Educação, Curso de Ciências Naturais com Habilitação Plena em Biologia
Marabá – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0305730362564149>

Manoel Ananis Lopes Soares

Fundação Zoobotânica de Marabá, Responsável técnico da Fundação Zoobotânica de Marabá
Marabá – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9486912199865881>

RESUMO: O Estágio Obrigatório I Vivências Ambientes Não Formais de Ensino, foi uma disciplina da grade curricular do Curso de Ciências Naturais com Habilitação Plena em Biologia da Universidade do Estado do Pará – UEPA. O estágio tinha como objetivo e desenvolver atividades relacionadas à educação das Ciências Naturais com temas relevantes na área de atuação do curso para a comunidade ou instituição atendida. O estágio foi realizado na Fundação Zoobotânica de Marabá – FZM. Atendendo a comunidade de Marabá em geral e as necessidades da FZM tanto no acompanhamento de visitas guiadas no interior do parque, quanto na manutenção e no cuidado dos animais.

PALAVRAS-CHAVE: Estágio, Ambientes não formais, Ensino de Biologia.

TRAINING EXPERIENCE IN FORMAL ENVIRONMENTS CARRIED OUT IN THE ZOOBOTANICAL FOUNDATION OF MARABÁ / PA

ABSTRACT: The Compulsory Internship I Non-formal Environments, was a discipline of the curriculum of the Natural Sciences Course with Full Enrollment in Biology of the University of the State of Pará - UEPA. The objective of the internship was to develop activities related to the education of the Natural Sciences with relevant themes in the course area for the community or

institution attended. The internship was held at the Zoobotânica Foundation of Marabá – FZM.. Taking care of the community of Marabá in general and the needs of the FZM as much in the accompaniment of guided visits inside the park, as in the maintenance and care of the animals.

KEYWORDS: Internship, Non-formal Environments, Biology Teaching.

1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho trata da experiência vivenciada durante a disciplina de “Estágio Supervisionado I: Ambientes não formais de ensino”, ofertada para o curso de Ciências Naturais Biologia, da Universidade do Estado do Pará, Campus VIII Marabá, local escolhido para o estágio foi a Fundação Zoobotânica de Marabá (FZM), onde foi possível desenvolver atividades educativas na área ambiental e aprender juntamente com toda a equipe ali existente.

Todo o processo de ensino aprendizagem do estágio foi bastante produtivo, desde o estudo teórico com a socialização de textos até a vivência onde foram desenvolvidas práticas envolvendo: manejo e captura de animais silvestres; cuidado diário com os animais, forma de nutrição dos animais, ambientação e manutenção de recintos, acompanhamento de visitas guiadas e orientações na área da Educação Ambiental - EA.

Trazendo resultados satisfatórios na construção do conhecimento científico, docente e na pesquisa, onde o ambiente não formal de ensino pode-se trabalhar diversos aspectos trabalhados em sala de aula, diversificando a aula e agregando conhecimentos e práticas tirando o aluno e o professor do ensino mecanizado da sala de aula ampliando conhecimentos. Onde essa vivência é de suma importância para a formação dos futuros profissionais da educação, pois assim prepara melhor para as práticas futuras, auxiliando o docente a saber como diversificar sua aula e não se ater somente dentro da sala de aula, e sim abrir um leque de infinitas possibilidades de se trabalhar com os alunos.

2 | MÉTODOS

2.1 Apresentação do ambiente não formal de ensino

A Fundação Zoobotânica de Marabá foi criada em 20 de Julho de 1998, localizada na BR 155, km 09 sentido Marabá Parauapebas, uma entidade jurídica privada sem fins lucrativos, criada a partir da preocupação com a degradação ambiental das reservas naturais principalmente dos castanhais nativos da região e de toda a fauna e flora do município de Marabá, por alguns cidadãos Marabaenses, através de um Conselho de diretores os esforços de preservação exercido pela FZM tem sido referência em toda Região do Sudeste do Pará, possuindo cadeira no Conselho Nacional do Meio

Ambiente –CONAMA-, participando ativamente em prol da implementação da Política Nacional do Meio Ambiente.

A Fundação Zoobotânica de Marabá se mantém através de doação de empresas parceiras para pagamento dos funcionários e manutenção (Sinobrás e Unimed); de doação de alimentação para os animais (Atacadão e frigorífico localizado no município de Itupiranga-PA) de voluntários que auxiliam na mão de obra e da taxa de contribuição que o visitante paga para visitar o parque.

Caracteriza-se como uma Unidade de Conservação (UC) Municipal na categoria de Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) do Taboquinha, com uma área de cerca de 1.460 (mil quatrocentos e sessenta) hectares de UC, sendo 100 (cem) hectares destinados para a criação do Parque Zoobotânico para receber os animais capturados indevidamente e apreendidos por órgãos ambientais como o IBAMA e SEMMAs, que após essa apreensão são destinados aos cuidados da FZM, totalizando assim uma área de 1.560 (mil quinhentos e sessenta) hectares de reserva ambiental.

O objetivo da Fundação Zoobotânica é manter os sítios ecológicos regionais; resgatar animais silvestres que estão em cativeiro e reintroduzi-los em seu ambiente natural, pesquisas da fauna e flora da região; preservação dos castanhais nativos da região; manter uma coleção de espécimes vivos da fauna e flora e Educação Ambiental. Tendo como prioridade os animais mantidos sob a guarda da FZM, esses animais são acompanhados pelo Biólogo e Veterinário visando sempre o bem estar do animal, representando um grande exemplo de conservação.

O atendimento ao público ocorre nos dias da semana de quarta-feira até domingo, nos horários das 08:00 as 16:00 horas sendo cobrada uma taxa de colaboração para a realização das visita de R\$4,00 para adulto; R\$2,00 para criança e R\$8,00 para trilha, o valor que é revertido para atender demandas existentes na FZM, sendo possível a população realizar atividades como: visitação aos animais, trilhas ecológicas e educação ambiental. A área do parque destinada aos recintos dos animais corresponde ao total de 100 hectares, possuindo 27 recintos com cerca de 300 animais de espécies diferentes.

A FZM possui em seu quadro apenas 13 funcionários distribuídos nas funções: Biólogo responsável técnico pela fundação, Médico Veterinário, Gestora Ambiental responsável pelo Administrativo, 2 Motoristas, 1 Cozinheira, Serviço Gerais e 6 tratadores. Possuindo em sua estrutura física um Hospital Veterinário (com Raio-X e Aparelho de Ultrassonografia), Sala de Necropsia, Sala de nutrição, setor administrativo almoxarifado, deposito de alimentos, alojamento, Ambulatório e museu para exposição das amostras de animais empalhados feitos pela fundação pra realização atividades de Educação Ambiental aos visitantes.

2.2 Planejamento do estágio

A disciplina de Estágio Obrigatório I: ambientes não formais foi dividido em 02 (duas) partes: I parte: planejamento e discussão sobre os espaços não formais, com duração de 26H, onde foram socializados artigos científicos para compreensão teórico do assunto e de sugestão de espaços a serem escolhidos para realização do estágio com intervenção.

A parte II: Vivência no campo de estágio, com duração de 74H, onde realizamos a caracterização do ambiente não formal e a vivência do estágio pela dupla atuante na Fundação Zoobotânica de Marabá.

2.3 Descrição das atividades realizadas

O estágio teve início no dia 27 de Março de 2018 com término no dia 26 de abril de 2018. A turma em conjunto se reuniu para discutir sobre o estágio e escolha do espaço não formal. De tal modo, a turma ficou dividida em equipes e em horários distintos. Houveram socialização e discussão de artigos relacionados aos espaços ambientes não formais de ensino propostos pela orientadora do estágio. O estudo teórico fomentou a compreensão de base do assunto.

Na vivência do estágio primeiramente houve a apresentação ao local de estudo e ao quadro de funcionários, sendo também realizado uma roda de conversa sobre o estatuto de criação da Fundação Zoobotânica de Marabá, objetivos, horários de funcionamento, atividades desenvolvidas e dificuldades enfrentadas pela FZM ao longo dos 20 anos de atuação na preservação ambiental.

Também houve apresentação sobre caracterização do espaço físico geral, onde a equipe fez a contagem dos recintos existentes e conheceu os espaços da Fundação, como: Hospital veterinário, Ambulatório, Museu, Sala de necropsia, Almojarifado, Setor de Nutrição e Depósito de alimentos. Após a realização da contagem dos recintos, o Médico Veterinário instruiu aos estagiários realizar uma orientação técnica para os visitantes como: não pôr as mãos nos animais de vida livre no Parque, não colocar as mãos na telas nem ultrapassar os limites de segurança e não alimentar os animais. Explicou também sobre algumas zoonoses que caracteriza-se por doenças ou infecções que se transmitem naturalmente entre os animais e o homem, ou vice-versa. Orientando assim aos visitantes a importância de não consumir carne de caça.

Durante o período de estagio foram realizados ainda: O manejo dos Jabutis (*Chelonoidis sp.*), sendo feita a contagem e separação de sexo, onde foram identificados 32 machos e 43 fêmeas, totalizando 75 Jabutis no recinto; Manejo de *Podocnemis expansa* (Tartaruga da Amazônia) e *Podocnemis unifilis* (Tracajá), para contagem, separação de espécies e sexagem; Manejo de araras, onde identificamos e separamos as espécies, sendo elas: 15 *Ara chloropterus* (Arara Piranga), 1 *Anodorhynchus hyacinthinus* (Arara Azul), 5 *Ara chloropterus* (Arara Vermelha), 1 *Ara ararauna* (Arara Canindé) totalizando 22 indivíduos. Manejo de *Amazona sp* (Papagaios), a atividade

consistiu em capturar os papagaios e fazer a diferenciação de cada espécie e anotação da numeração da anilha de cada animal, onde no recinto se encontram 49 papagaios das espécies: *Amazona aestiva* (Papagaio verdadeiro), *Amazona amazônica* (papagaio do Mangue), *Amazona farinosa* (Papagaio Moleiro), *Amazona ochrocephala* (Papagaio Campeiro) e *Primolius maracana* (Maracanã verdadeiro).



Imagem 1: Manejo de *Chelonoidis sp.*

Fonte: Autores (2018).



Imagem 2: Manejo de *Ara sp.*

Fonte: Autores (2018).

Outra atividade que foi bastante desenvolvida durante a experiência de estágio foi o acompanhamento de visitas guiadas dentro do Parque Zoobotânico para a realização de EA, onde recebemos a visita de várias turmas escolares de todos os segmentos

do ensino fundamental e médio, essa atividade caracterizava-se pela realização de aula de campo sobre os aspectos da fauna e flora da região, sendo responsáveis por conduzir a visita e realizar educação ambiental com os alunos sobre a preservação das florestas e sobre os cuidados devidos com os animais.



Imagem 3: Acompanhamento de escolas para realização de EA.

Fonte: Autores (2018).

Com a atividade de educação ambiental, foi ensinado também sobre a importância da FZM para o município de Marabá e região e sobre a importância de não se criar animais silvestres em casa. Com tais atividades também foi possível ministrar aula de campo na área da biologia, sendo possível aos estagiários explorar junto com os alunos conceitos trabalhados pelos professores na sala de aula e mostrar em campo a aplicação, trazendo assim um ensino de aprendizagem significativo na construção do saber dos alunos.

Após a finalização da vivência do Ambiente não formal de ensino foi realizada a entrega do relatório final de estágio e a socialização do mesmo para a turma, onde cada discente contou como foi sua experiência no estágio, possibilitando assim descrever os aprendizados e conhecimentos adquiridos para a vida acadêmica e para a futura docência.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os ambientes formais de ensino deixaram de ser o único lugar do qual se ensina e aprende algo, tendo vários espaços não formais repletos de possibilidades a se

trabalhar e desenvolver conhecimentos, “Esta diversificação e difusão do saber por fora da escola é um dos desafios mais fortes que o mundo da comunicação propõe ao sistema educativo” (MARTÍN-BARBERO, 2002, p.7 *apud* DA SILVA, TERÁN p.2).

O homem vem alterando o meio em que vive, com isso várias espécies da fauna e flora estão ameaçadas de extinção, onde o desenvolvimento de práticas de conscientização não só com os alunos, mas com a comunidade em geral é de extrema importância, sendo necessário a criação de locais como a Fundação Zoobotânica de Marabá, local que possibilita explorar esses aspectos educativos, objetivando o aprendizado e a reeducação ambiental da população, onde é um dos desafios a serem vencidos. Essa preocupação é confirmada por GONÇALVES (1998 *apud* ARAÚJO, ALVES p.2), ao dizer que:

“Do movimento ecológico parte um brado que precisa adquirir um contorno político-cultural profundo: nossa sociedade está destruindo as fontes vitais à sua própria sobrevivência [...] Nós, ecologistas, chamamos a atenção para a possibilidade de reversão dessa tendência ecosuicida enquanto há tempo, desenvolvendo outras formas de relação com a extensão de nosso corpo que é a natureza, o que, como já vimos, implica a adoção de outras técnicas e de outras relações entre os homens, enfim, o desenvolvimento de outra cultura”.

Sendo o estágio em ambientes não formais de suma importância para à formação dos futuros professores, trabalhando com temas relevantes e atuais para a comunidade científica, no local de estágio escolhido existem infinitas possibilidades de trabalhar conceitos da sala de aula, e levar a prática, com isso o aluno aprende de forma mais prazerosa e objetiva. Com ênfase na Educação Ambiental, característica muito forte a ser trabalhada dentro da FZM, há um longo período a ser percorrido para melhorias da reeducação da comunidade, porém ela ainda não é suficiente, assim diz Tamaio (2000 *apud* FERNANDES, 2011, p.2) “Se converte em mais uma ferramenta de mediação necessária entre culturas, comportamentos diferenciados e interesses de grupos sociais para a construção das transformações desejadas”.

Tendo a escola e o professor a função de inserir a Educação ambiental de forma crítica, subjetivando a construção do pensamento e do caráter de novos indivíduos preocupados com os aspectos ambientais da região.

“O papel da escola é construir valores e estratégias que possibilitem aos/às estudantes determinarem o que é melhor conservar em sua herança cultural, natural e econômica para se alcançar um nível de sustentabilidade na comunidade local que contribui, ao mesmo tempo, com os objetivos em escala nacional e global (TRISTÃO, 2008 *apud* SANTOS et al, 2012 p.7)”.

“A educação para a cidadania representa a possibilidade de motivar e sensibilizar as pessoas para transformar as diversas formas de participação em potenciais caminhos de dinamização da sociedade e de concretização de uma proposta de sociabilidade baseada na educação para participação (JACOBI, 2003 p.11)”.

Assim os espaços não formais com ênfase na Fundação Zoobotânica de Marabá, age como subsídio para ensinar as pessoas quanto a importância desses espaços para a mudança de comportamento e pensamentos com o meio ambiente em que vive. Recebendo visitantes de diversas idades e culturas diferentes é importante o trabalho de conscientização dessas pessoas, transformando-os então em multiplicadores do conhecimento adquirido.

FLOR (2003 *apud* DE OLIVEIRA, PINTO, 2010, p.4) em seu estudo, comprova que as atividades realizadas fora do ambiente escolar contribuem de forma diferenciada no processo formativo do universitário, pois caracterizam-se como formas de aprendizagem e possibilitam desenvolvimento pessoal e profissional do indivíduo. Embora sejam obrigatórias para a conclusão do curso, estas atividades podem ser realizadas de acordo com o projeto de vida do estudante, tendo total liberdade na sua escolha. Desta forma, a flexibilidade curricular favorece resultados mais específicos que ampliam a formação do estudante para além dos aspectos acadêmicos.

4 | CONCLUSÃO

O Estágio possibilitou uma visão mais ampla sobre a forma de como se trabalhar com nossos futuros alunos, onde devemos deixar sempre que possível os ambientes formais de ensino e buscar os ambientes não formais de ensino, para assim enriquecer a aula e agregar conhecimentos e valores aos alunos, que tenham de forma dinâmica e prática um maior contato com o ambiente que os cercam diariamente.

Com a prática do uso do espaço não formal de ensino que tivemos durante o estágio, podemos notar nos olhares e perguntas de vários alunos que visitaram a fundação que é muito importante sair do cotidiano de sala de aula pois práticas como essas motivam os alunos que podem ver de perto todo conteúdo abordado em sala de aula, construindo um espírito crítico tornando capazes de desenvolver seus próprios conceitos onde possam fazer parte integrante do processo de construção científica, tornando-os participantes ativos da sociedade.

O compromisso com a educação como futuros educadores de ensinar os conhecimentos, valores e competências que desenvolvemos durante o estágio, onde o contato com a fauna e flora regional deva ser um quesito a ser mais explorado pela docência, ficando evidente a participação e interesse dos alunos em participar da aula de campo, e compreender mais sobre o assunto abordado durante as visitas guiadas. O contato com os animais é importante, principalmente buscando sua conservação, e a conscientização da comunidade em geral reeducando quanto as práticas de não criar animais silvestres em casa, conscientizando-os de que o lugar dos animais silvestres é no seu habitat natural.

A vivência durante o estágio foi um aprendizado muito importante, trazendo outra visão, agregando valores as nossas vidas, e a necessidade de manter esse tipo de instituição, pois a exploração dos recursos naturais são cada vez maiores a cada dia,

e por mais que seja uma área protegida.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Dayse Lee Sales; ALVES Arilde Franc (2015). **A importância da educação ambiental para a sociedade aplicada no parque zoobotânico arruda.**; Disponível em: <<http://www.meioambientepocos.com.br/anais/180.%20A%20IMPORTANCIA%20DA%20EDUCA%C3%87%C3%83O%20AMBIENTAL%20PARA%20A%20SOCIEDADE%20APLICA%C3%87%C3%83O%20NO%20PARQUE%20ZOOBOTANICO%20ARRUDA%20CAMARA%20JOAO%20PESSOA%20PB.doc>>. Acesso em : 20 de Abril de 2018
- DA SILVA, Cirlande Cabral; TERÁN, Augusto Fachín (2011). **A Utilização Dos Espaços Não Formais Como Contribuição Para A Educação Científica: Uma Prática Pedagógica (Que Se Faz) Necessária.** 2011 ed Manaus: [s.n]. 10 p. Disponível em: < http://files.ensinodeciencia.webnode.com.br/200000302-98359992f8/2011_A%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20dos%20espa%C3%A7os%20n%C3%A3o%20formais%20como%20contribui%C3%A7%C3%A3o%20para%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o%20cient%C3%ADfica%20uma%20pr%C3%A1tica%20pedag%C3%B3gica%20.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018
- DE OLIVEIRA, Lidiane Duarte Silva; PINTO, Sandra Regina da Rocha (2010). **A Importância Do Trabalho Voluntário No Desenvolvimento De Competências Do Estudante** . 2011. ed. RJ: [s.n.],. 13 p. Disponível em: <http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2010/relatorios/ccs/adm/ADM-Lidiane%20Duarte%20Silva%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2018.
- FERNANDES, Renata Nascimento (2011). **A Educação vem do lixo: Um Estudo do Programa “Piedade sem Lixo” e a Formação da Cidadania Ambiental.** Disponível em: < <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1063>>. Acesso em: 02 nov.2018
- JACOBI, Pedro (2003). **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** Cad. Pesqui. São Paulo, n. 118, p. 189-206. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-15742003000100008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-15742003000100008>.
- SANTOS, F. A. S.; REIS, S. R.; TAVARES, J. A. V. (2012). **Educação Ambiental e sua Importância para a Sociedade em Risco: Reflexão no Ensino Formal.** . Disponível em:< <http://geces.com.br/simposio/anais/anais-2012/Anais-133-146.pdf>>. Acesso em: 02 nov.2018
- TAMAIO, I. A (2000). **Mediação do professor na construção do conceito de natureza.** Campinas. Dissert.(Mestr.) FE/Unicamp
- TRISTÃO, M. (2002). **As Dimensões e os desafios da educação ambiental na sociedade do conhecimento.** In: RUSHEINSKY, A. (org.). Educação ambiental: abordagens múltiplas. Porto Alegre: Artmed. p.169-173.

RECURSOS DIDÁTICOS VISUAIS E AUDIOVISUAIS: UM BREVE PARALELO ENTRE TICS E O ALBUM SERIADO NO CONTEXTO DAS DISCIPLINAS QUE REPRESENTAM AS CIÊNCIAS DA NATUREZA

Data de aceite: 20/01/2020

Rosangela Mota Lunas

Discente do Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Paracambi - RJ

Ranlig Carvalho de Medeiros

Mediador Presencial do Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Paracambi - RJ

Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros

Mediadora Presencial do Centro de Ciências e Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Paracambi - RJ

RESUMO: Recurso didáticos são ferramentas facilitadoras à aprendizagem. Recursos audiovisuais pertencentes às tecnologias de informação e comunicação (TICS) prometem substituir em eficácia os recursos visuais e auditivos na escola. Este trabalho, embasado

pela problemática do letramento digital docente, dentre outros que limitam a utilização das TICS na escola, buscou compreender se os recursos visuais ainda possuem lugar à escola contemporânea. Para tal, compararmos em eficácia e importância os recursos didáticos visuais e audiovisuais, traçando um paralelo entre as novas TICS e o álbum seriado, sob o foco do ponto de vista de discentes e docentes, no contexto do grupo das disciplinas das Ciências Naturais. Identificamos uma tendência entre os docentes de utilizarem mais recursos audiovisuais do que os visuais. Porém, os discentes reconheceram a aplicabilidade e importância do álbum seriado enquanto recurso didático.

PALAVRAS-CHAVE: 1. Educação 2. Recursos Didáticos 3. Álbum Seriado

VISUAL AND AUDIOVISUAL DIDACTIC RESOURCES: A BRIEF PARALLEL BETWEEN TICS AND THE SERIAL ALBUM IN THE CONTEXT OF THE DISCIPLINES THAT REPRESENT THE SCIENCES OF NATURE

ABSTRACT: Learning resources are tools that facilitate learning. Audiovisual resources belonging to information and communication technologies (ICTs) promise to effectively replace visual and auditory resources in school. This work, based on the problem of digital teacher education, among others that limit the

use of ICT in school, sought to understand if visual resources still have a place in the contemporary school. To this end, we compared the effectiveness of visual and audio-visual teaching resources in terms of effectiveness and importance, drawing a parallel between the new TICs and the serial album, under the perspective of the students and teachers, in the context of the group of Natural Sciences disciplines. We identified a tendency among teachers to use more audiovisual resources than visual ones. However, the students recognized the applicability and importance of the serial album as a didactic resource.

KEYWORDS: 1. Education 2. Didactic Resources 3. Serial Album

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Libaneo (1994), a educação é considerada como elemento essencial à estrutura de uma sociedade. A aquisição de conhecimento pode ocorrer em qualquer ambiente, entretanto, dois destacam-se pela importância na vida social do indivíduo, a saber, são eles o espaço informal e o formal. A escola é um exemplo de espaço formal da construção do conhecimento, e através desta que o indivíduo adquire conhecimentos científicos a fim de que se torne apto para resolver os problemas impostos pela sua realidade social, assim como também a pode utilizar como veículo de mobilidade social (LIBANEO, 1994; SOUZA, 2009). Sob esta ótica, a escola passaria então a assumir a responsabilidade da formação de cidadãos críticos, e para tal deve estar em constante aperfeiçoamento, de modo a motivar seus alunos para a construção do conhecimento (SOUZA, 2009).

De acordo com Tapia (2004) a motivação ou desmotivação do aluno é influenciada pelo uso de metodologias que ofereçam a construção do conhecimento significativo ao final do processo. Neste contexto, os recursos didáticos são um conjunto de tecnologias que facilitam a construção do conhecimento pelo aluno, sendo classificadas em analógicas ou digitais, tais como o álbum seriado e as TICs, respectivamente (VISCOVINI et al; 2009).

Na escola contemporânea, a disponibilidade de recursos didáticos digitais dependem do envio pelo governo federal de verbas denominadas de insumos escolares, assim como da forma pelo qual os mesmos são administrados pela equipe gestora (KIM, 2001). Logo, a má gestão dos insumos escolares influencia diretamente a disponibilidade dos recursos didáticos sendo, então, a fonte da maioria dos problemas educacionais (DOURADO, 2006). Neste contexto, o acesso a recursos classificados dentro do grupo das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), como o data show e computadores, se torna limitado devido ao seu alto custo de aquisição, assim como de manutenção (SANTOS e BELMINI, 2016). A falta de preparo para manuseio ou de interesse em aprender a utilizar os recursos digitais também podem ser apontados como fatores limitantes ao uso das TICs na escola (MIRANDA, 2007).

Em suma, tendo em vista toda a problemática que envolve e limita a utilização

dos recursos audiovisuais, o presente trabalho visa contribuir ao embasamento teórico docente na busca por recursos didáticos que possam ser ao mesmo tempo eficientes, de fácil utilização, assim como de baixo custo para confecção e manutenção, cujo foco é o recurso visual analógico denominado álbum seriado. Segundo Pilleti (2006), o álbum seriado caracteriza-se como “uma coleção de folhas organizadas numa encadernação de madeira ou papelão, que poderá conter fotografias, letreiros, mapas, cartazes, gravuras, dentre outras ilustrações”, com o objetivo de tornar a aula mais atrativa, organizando o conteúdo de forma ilustrativa, sistemática e sequencial.

Logo, na necessidade de compreender se os recursos visuais analógicos ainda ocupam lugar na escola contemporânea, buscamos comparar a eficácia e a importância atribuída aos recursos didáticos, em comparação aos recursos visuais e audiovisuais, traçando um paralelo entre as TICs e o álbum seriado, sob o foco do ponto de vista de discentes e docentes, no contexto das disciplinas que representam as Ciências Naturais.

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Contribuir ao embasamento teórico docente à busca por recursos didáticos que possam ser ao mesmo tempo ser facilitadores e incentivadores do processo de ensino-aprendizagem dentro do grupo das disciplinas das Ciências da Natureza, assim como serem tanto de fácil utilização quanto de baixo custo para confecção e manutenção, como o recurso visual denominado álbum seriado, foco deste trabalho.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a eficácia quanto ao uso de recursos didáticos visuais e audiovisuais no processo de ensino-aprendizagem na escola contemporânea, sob o foco do ponto de vista de discentes e docentes, no contexto das disciplinas que representam as Ciências Naturais.
- Comparar os recursos visuais e audiovisuais quanto à eficácia em facilitar a construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem na escola contemporânea, sob o foco do ponto de vista de discentes e docentes, no contexto das disciplinas que representam as Ciências Naturais.
- Investigar a aplicabilidade do uso do álbum seriado como agente facilitador da construção do conhecimento na escola contemporânea, sob o foco do ponto de vista de discentes e docentes, no contexto das disciplinas que representam as Ciências Naturais.
- Analisar a importância dos recursos didáticos de forma qualitativa sob o ponto de vista de docentes e discentes, na escola contemporânea, no contexto das disciplinas que representam as Ciências Naturais.

3 | METODOLOGIA

A primeira etapa do projeto consistiu de encontrar uma escola parceira para o desenvolvimento do projeto que dispusesse de turmas de ensino médio. Para tal, a mesma foi firmada para com o Colégio Estadual Dom Bosco, localizada no município de Queimados –RJ, pela solicitude da equipe administrativa em permitir que o projeto fosse lá desenvolvido, assim como também por acomodar turmas de ensino médio, um dos objetos de investigação da presente pesquisa. Além do colégio, uma parceria também foi firmada para com os docentes que lecionam no grupo de Ciências Naturais, a saber química, física, biologia e ciências, cujo objetivo está embasado na segunda etapa do projeto. A segunda etapa do projeto consistiu em realizar um levantamento para com os docentes parceiros, oito no total, utilizando um questionário mistos como ferramenta, a fim de buscamos uma avaliação quantitativa e qualitativa da visão do professor a respeito da aplicabilidade dos recursos didáticos visuais e audiovisuais em suas aulas, assim como da viabilidade de utilização do álbum seriado pelos mesmos. Paralelamente a aplicação do questionário aos docentes, foi escolhido um dentre os oitos professores parceiros para que este se dispusesse a lecionar uma aula, para com seus alunos, utilizando o álbum seriado como recurso didático. Como critérios para a escolha deste docente, o mesmo deveria obrigatoriamente já ter utilizado algum recurso didático digital em suas aulas, assim como ser professor regente para a turma do segundo ano do ensino médio. A escolha da turma do segundo ano do ensino médio foi embasada na premissa de que por ser uma classe que antecede o último ano do ensino médio, série crucial para o acesso à universidade (G1, 2006), permite então, através de investigação da mesma, levantar dados que apontem se há necessidade de intervenção docente quanto ao desenvolvimento de novas abordagens e práticas educativas que culminem em sanar as carências de assimilação dos conteúdos programáticos, a tempo de ingressar no terceiro ano do ensino médio.

O professor parceiro escolhido leciona a disciplina de Biologia e escolheu como tema Diversidade das Plantas: Angiospermas para a confecção e utilização do álbum seriado em sua aula. O guia de Equipamentos e Materiais Didáticos (2007, p. 41 e 42) cita o tamanho médio do álbum seriado como sendo de 50 x 70 cm, mas para esse trabalho o confeccionado continha 70 x 90 cm para que houvesse uma melhor visualização por parte dos alunos.

Como terceira parte do projeto, o docente parceiro escolhido, preparou uma aula a classe do segundo ano que consistia em dois momentos: o primeiro abordando o conteúdo Diversidade das Plantas: Angiospermas pela maneira tradicional e em um segundo momento com o apoio do álbum seriado temático, em questão. Neste contexto, foram aplicados aos discentes dois questionários mistos, um antes e outro depois da aula pelo qual foi utilizado o álbum seriado temático como recurso didático analógico de apoio. No total, ambos os questionários foram respondidos por 45 alunos da classe do segundo ano da escola parceira. É importante aqui ressaltar que todos os

participantes desta pesquisa assinaram um termo de livre consentimento, assim como de consentimento pós-informação, concordando com sua participação na mesma.

De posse dos questionários aplicados aos docentes e discentes análises estatísticas, descritivas através de cálculos de porcentagem com base no valor absoluto de respostas para cada questão, foram realizadas.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assim como em Freitas (2014) buscamos identificar a eficácia dos recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem, entretanto, no presente trabalho esta identificação foi sob realizada sob o foco do ponto de vista de discentes e docentes.

De acordo com as análises do questionário aplicado aos docentes, a maioria tinham mais de 16 anos de magistério (37,5%) lhes conferindo, então, experiência docente. Ao serem questionados sobre a importância que atribuem a utilização de recursos didáticos em suas aulas, unanimemente, reconheceram que são importantes e eficazes para a construção do conhecimento, tanto que 75% dos parceiros os utilizam com uma frequência de 1 até 10 aulas por semestre. Quando questionados sobre qual o tipo de recursos que mais utilizavam, 75% declararam ser o data show, a saber um recurso didático digital. Os demais parceiros (25%) declararam fazer uso de aulas experimentais, não tendo então nenhum docente respondido utilizar o álbum seriado como ferramenta de auxílio à aprendizagem.

Segundo Salete e Aranha (2004), um dos deveres da escola é fornecer recursos didáticos aos seus professores, logo, ao serem questionados se a escola lhes fornece estes recursos, 87,5% dos docentes responderam que sim, assim como disseram ser o data show e computadores os recursos a eles fornecidos pela unidade de ensino pelo qual trabalham. Os demais parceiros (12,5%) responderam não e justificaram alegando que as escolas não lhes fornecem laboratório de ciências para a realização de aulas práticas. Entretanto, apesar da maioria docente (87,5%) ter respondido que a escola lhes fornece recursos, assim como terem reconhecido que os recursos didáticos são ferramentas que estimulam uma maior participação discente, 75% dos professores apontam a indisciplina discente como um obstáculo para a efetiva utilização dos recursos didáticos como ferramenta de apoio ao processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Silva (2010) os profissionais da educação tendenciosamente relacionam a palavra tecnologia, no contexto dos recursos didáticos, somente o data show, computador e a internet construindo, então, uma ideia errônea de que a tecnologia está ligada somente aos avanços tecnológicos. De fato, os docentes parceiros consideram o data show e as TICs como agentes tecnológicos facilitadores do aprendizado, 100% e 75%, respectivamente. Ao serem questionados quanto a utilização do álbum seriado enquanto recurso didático tecnológico de apoio, 75% dos docentes apontaram reconhecer sua eficácia, porém destacaram que avaliam este

recurso como arcaico, mas que também acreditam que seu uso ainda possa despertar o interesse dos alunos à participação nas aulas. Este resultado demonstra claramente a tendência citada por Silva (2010), sendo então necessário a sensibilização docente frente a necessidade de que se prepare para o uso de demais grupos de recursos didáticos, não se restringindo somente as TICs.

Em contrapartida, a visão discente é mais flexível quanto a utilização de recurso didáticos. Quando perguntados se seus professores já utilizaram algum recurso diferente do quadro e giz como apoio à aprendizagem durante a aula, 100% dos discentes responderam sim, assim como também reconheceram ser o data show o mais utilizado. Entretanto, uma pequena parcela de 22% reconheceram, antes mesmo de sua participação na aula diferenciada planejada pelo docente parceiro, o álbum seriado como um recurso que já tinha sido utilizado em algum de suas aulas. Provavelmente, por este recurso ter sido utilizado por professores do primeiro segmento da educação infantil (CASTILHO et al; 2013).

Tendo em vista a vasta descrição literária sobre a importância dos recursos didáticos enquanto ferramenta de apoio à aprendizagem, afim de validar a eficácia dos recursos didáticos, segundo a visão discente, os mesmos foram questionados se recordavam de algum assunto pelo qual foi trabalhado com o apoio de recursos didáticos diferentes do quadro e do giz. Unanimemente, responderam que se recordavam, assim como 96% reconhecem as TICs como os principais recursos de apoio. Entretanto, após a abordagem através da aula diferenciada com a utilização do álbum seriado enquanto recurso didático analógico de apoio, 96% dos discentes passaram a o reconhecer como ferramenta facilitadora, em contraste com os apenas 22% tabulados anteriormente. Logo, é possível afirmar que 78% dos alunos que não reconheciam o álbum seriado enquanto recurso didático facilitador da aprendizagem, não o reconheciam devido, possivelmente, ao não uso deste pelo professor como recurso didático de apoio nas aulas de ciências naturais.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na escola contemporânea os recursos didáticos audiovisuais digitais denominados pertencentes ao grupo das TICs são apontados pela literatura como a novidade que irá substituir com eficácia os recursos visuais e auditivos, influenciando, então, para um melhor desempenho dos alunos quando comparado com os “antigos”. Entretanto, já se tem descrito na literatura que o uso das TICs enquanto recurso não necessariamente influenciará ao bom desempenho do aluno no processo de ensino-aprendizagem. Diversos fatores limitantes estão, também, diretamente relacionados ao bom desempenho do aluno, como a gestão dos insumos escolares, a disponibilidade de recursos didáticos e o letramento docente. Tendo em vista todos os fatores limitantes citados que envolvem a utilização dos recursos audiovisuais, o presente trabalho visou contribuir ao embasamento teórico docente na busca por recursos didáticos que

possam ser ao mesmo tempo eficientes, de fácil utilização, assim como de baixo custo para confecção e manutenção, cujo foco foi o recurso visual analógico denominado álbum seriado. A busca pela compreensão se os recursos visuais analógicos ainda ocupam lugar na escola contemporânea revelou uma tendência entre os docentes de utilizarem como ferramentas de apoio mais recursos audiovisuais do que os visuais, assim como se revelaram pouco flexíveis quanto ao uso de tecnologias analógicas, como o álbum seriado como recurso didático de apoio. Em contrapartida, na visão discente, a importância e aplicabilidade do álbum seriado foi reconhecida. Em suma, os resultados apontam para a necessária sensibilização docente frente a necessidade de que se prepare para o uso de demais grupos de recursos didáticos, não se restringindo somente as TICs.

REFERÊNCIAS

CASTILHO, E. M.; PROENÇA, M. F.; LEITE M. Educação infantil orientações pedagógicas rotina do MII, Pré I e Pré II. 2013. Disponível em: < <http://www.educacao.itapeva.sp.gov.br/downloads/4e704039e7ce6c8ba44a77b38f0a167c.pdf>>. Acesso em 16 de setembro de 2019.

DOURADO, L. F. Gestão da Educação Escolar. Brasília, 4 edição atualizada e revisada. 2012. Disponível em: < http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_social/formacao_pedagogica/240912_form_pedag_gestaodaeducacaoescolar.pdf>. Acesso em 01 novembro 2019.

GLOBO, G1 Aluno que ainda não faz o 3º ano não poderá usar Enem como vestibular. G1, São Paulo. 2015 Disponível em: <<http://g1.globo.com/educacao/enem/2015/noticia/2015/05/aluno-que-ainda-nao-faz-o-3-ano-nao-podera-usar-enem-como-vestibular.html>>. Acesso em 01 novembro 2019.

KIM, H. Is there a crowding-out effect between school expenditure and mother's child care time? Economics of Education. Review. volum 20, number 1, p. 71-80. 2001.

LIBANEO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez, 1994.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. 2007. Disponível em: < <http://ticsproeja.pbworks.com/f/limites+e+possibilidades.pdf>>. Acesso em 01 novembro 2019.

PILETTI, N. Psicologia Educacional. São Paulo: Ática, 2006.

SANTOS, O. K. C.; BELMINO, J. F. B. Recursos didáticos: uma melhoria na qualidade da aprendizagem. Disponível em: < http://editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/Trabalho_Comunicacao_oral_idinscrito__fde094c18ce8ce27adf61aedf31dd2d6.pdf>. Acesso em 01 novembro 2019.

SILVA, S. M. G. Utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso educativo na formação profissional. 2010. Disponível em: < http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Anais_2010/Artigos/GT2/UTILIZACAO_DAS_TECNOLOGIAS.pdf>. Acesso em 01 novembro 2019.

SOUZA, J. A ralé brasileira: quem é e como vive- A instituição do fracasso. 2009 Disponível em: < http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/arq_interface/1a_aula/A_rale_brasileira.pdf>. Acesso em 01 novembro 2019.

TAPIA, A. J. A motivação em sala de aula: o que é, e como se faz. 2004 Disponível em: < <https://cadernoselivros.files.wordpress.com/2016/08/tapia-j-fita-e-a-motivac3a7c3a3o-em-sala-de-aula.pdf>>. Acesso em 15 outubro de 2019.

VISCOVINI, R. C.; GOZZI, M. E.; ARIAS, C.; MIRANDA, D. P. ; SIGOLI, L. S. M.; ZANQUETTA, V. A. Recursos pedagógicos e atuação docente. 2009. Disponível em: < http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/1872_1130.pdf >. Acesso 16 outubro de 2019.

UMA PROPOSTA DE JOGO EDUCACIONAL DIGITAL PARA APOIAR O ENSINO DE ANATOMIA DO SISTEMA MUSCULAR

Data de submissão: 16/01/2020

Data de aceite: 20/01/2020

Edson da Silva

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Diamantina, Minas Gerais.

E-mail: edson.silva@ufvjm.edu.br

Marileila Marques Toledo

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM)

Diamantina, Minas Gerais.

E-mail: marilleila@hotmail.com

RESUMO: Com o passar dos anos a educação tem exigido inovação para atender as demandas das novas gerações de estudantes. Neste cenário, os jogos educacionais merecem atenção especial no processo de ensino e aprendizagem de anatomia. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi demonstrar o processo de criação de um jogo educacional digital de anatomia como proposta de apoio ao ensino de anatomia humana. Para a construção do jogo foram realizadas as seguintes etapas: discussões entre os autores, revisão bibliográfica, seleção de palavras-chave ou termos, criação de questões a serem resolvidas para inserção das palavras-chave no jogo,

desenvolvimento do jogo on-line. Um jogo de palavras cruzadas foi desenvolvido usando o gerador de palavras cruzadas disponível no site Armored Penguin. O jogo foi intitulado “Anatomia do Sistema Muscular” e todas as terminologias foram adaptadas de livros de anatomia humana. Dicas para cada tópico do jogo foram construídas em torno da descrição de conceitos essenciais sobre anatomia humana do sistema muscular. O jogo educacional foi desenvolvido e disponibilizado ao público através do site www.armoredpenguin.com e permanece on-line com acesso gratuito e ilimitado. Diante do exposto, concluímos que o desenvolvimento de novas estratégias para aprimorar os métodos atuais do ensino de anatomia é relevante e pode ser explorado com a criação de jogos educacionais digitais. Esse tipo de jogo é fácil de utilizar, tem baixo custo e pode ser oferecido aos internautas interessados no ensino de anatomia humana para os cursos da área de ciências biológicas e da saúde.

PALAVRAS-CHAVE: Anatomia humana. Educação. Jogos educacionais. Jogos sérios. Músculos.

A PROPOSAL FOR A DIGITAL EDUCATIONAL GAME TO SUPPORT MUSCULAR SYSTEM ANATOMY TEACHING

ABSTRACT: Over the years, education has required innovation to meet the demands of new

generations of students. In this scenario, educational games deserve special attention in the process of teaching and learning anatomy. Therefore, the objective of this work was to demonstrate the process of creating a digital educational anatomy game as a proposal to support the teaching of human anatomy. For the construction of the game, the following steps were performed: discussions between the authors, literature review, and selection of key words or terms, creation of questions to be solved for insertion of the keywords in the game, development of the online game. A crossword puzzle game was developed using the crossword generator available on the Armored Penguin website. The game was titled “Anatomia do Sistema Muscular” and all terminologies were adapted from human anatomy books. Tips for each topic of the game were built around the description of essential concepts about the human anatomy of the muscular system. The educational game was developed and made available to the public through the website www.armoredpenguin.com and remains online with free and unlimited access. Given the above, we conclude that the development of new strategies to improve the current methods of teaching anatomy is relevant and can be explored with the creation of digital educational games. This type of game is easy to use, inexpensive and can be offered to Internet users interested in teaching human anatomy for courses in the life sciences and biological sciences.

KEYWORDS: Human anatomy. Education. Educational games. Serious games. Muscles.

1 | INTRODUÇÃO

A capacidade de se comunicar com o público é uma das ferramentas essenciais pelas quais um anatomista pode aprimorar o conhecimento e a compreensão do público em geral. Infelizmente, poucos cientistas, estudantes de anatomia ou profissionais de cursos da área de ciências biológicas e da saúde receberam treinamento para comunicar ciência a um público não especialista, como um paciente. Esse fato é relevante, uma vez que é crescente a demanda do público, especialmente dos pacientes, por acesso ao conhecimento sobre saúde e ciência (TEUTSCH *et al.*, 2003; EVANS, 2007).

A produção de conteúdos educacionais mediada por diferentes tecnologias, sobretudo pelas tecnologias digitais, permite que tanto os professores quanto os estudantes se envolvam ativamente no processo de ensino e aprendizagem. Recomenda-se o uso de metodologias com flexibilidade temporal e espacial que atendam as necessidades das disciplinas de formação acadêmica, contribuindo assim, para a garantia do direito à educação e ao exercício da cidadania (COSTA; SILVA, 2015). Nessa perspectiva, o emprego da internet e das tecnologias interativas como instrumentos complementares para o ensino de anatomia humana é pouco explorado, mas sua utilização é capaz de motivar os alunos e fortalecer o processo de formação profissional em saúde (SILVA *et al.*, 2014; COSTA; SILVA, 2015).

A anatomia humana é uma ciência descritiva que estuda a morfologia das estruturas do corpo humano empregando uma terminologia anatômica adaptada ao

idioma de cada país. Ela é uma disciplina presente na base de todas as profissões que lidam com a saúde e por isso, conhecê-la é fundamental para interpretar exames, diminuir as iatrogenias (GONDIN, 2019) e conduzir uma prática clínica adequada às necessidades do paciente. O tópico anatomia do sistema muscular exige que os alunos aprendam um grande volume de termos anatômicos e funções, incluindo nomes musculares, origens, inserções, organizações do tecido conjuntivo, além da caracterização geral da anatomia macroscópica e microscópica. Tradicionalmente, os alunos usam uma abordagem de aprendizado rotineiro ou superficial para abordar esse tema e pesquisas evidenciaram relatos de que a anatomia é “chata, difícil e sem graça” (RAMOS *et al.*, 2008).

Com o passar dos anos, a educação em anatomia tem exigido o desenvolvimento de ideias inovadoras para atender as realidades atuais. No entanto, há inúmeros desafios para a educação em anatomia, entre eles a carência de profissionais qualificados para o ensino de anatomia e os currículos desatualizados. Várias intervenções foram sugeridas, como a aquisição de ferramentas de ensino e a atualização da infraestrutura de ensino. Entretanto, na atual era da tecnologia da informação, o ensino de anatomia pode se beneficiar da integração de ferramentas e de recursos eletrônicos para confrontar-se com os desafios enfrentados no processo relacionado ao ensino dessa disciplina (GBOLAHAN BALOGUN, 2019).

Para o enfrentamento de tais problemas, os ambientes de ensino e aprendizagem devem constituir espaços que estimulem o aprendizado e possibilitem aos alunos trabalhar em equipe, partilhar experiências, solucionar questões práticas, readequar ações, dominar diferentes formas de acesso às informações, desenvolver a capacidade crítica de avaliar, reunir e organizar as informações mais relevantes para construir ou reconstruir as práticas profissionais (DUPIM *et al.* 2015; DA SILVA; CAMPOS, 2016).

Neste sentido, os jogos educacionais são importantes para o desenvolvimento da inteligência e da sociabilidade (DA SILVA *et al.*, 2017; DA SILVA; TOLEDO, 2018). Entre os vários tipos de jogos educacionais, as palavras cruzadas receberam destaque neste capítulo. O jogo de palavras cruzadas é muito difundido e atualmente é fácil de ser criado em sites da internet possibilitando sua utilização em equipamentos eletrônicos, incluindo os dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones* (DA SILVA; TOLEDO, 2018). Esse tipo de jogo proporciona uma maneira criativa de incorporar o aprendizado ativo em várias ações educacionais. Embora o jogo não seja um fenômeno atual no processo de ensino e aprendizagem, sua utilização pode ser uma estratégia inovadora, ainda pouco utilizada na formação acadêmica. Pensando nisso, criamos um modelo de jogo educacional digital de palavras cruzadas como proposta de ferramenta complementar para ensinar e estudar anatomia humana, fortalecendo o processo de educação em saúde para estudantes e profissionais da área de ciências biológicas e da saúde.

Assim sendo, o objetivo deste capítulo foi descrever o processo de desenvolvimento de um jogo educacional digital sobre anatomia do sistema muscular

para uso complementar na formação de profissionais de cursos da área de ciências biológicas e da saúde que possuem a disciplina anatomia humana básica em sua matriz curricular.

2 | MÉTODO

Para a construção do jogo, inicialmente foram realizadas discussões entre os autores, seguidas por revisão bibliográfica sobre o tema. Por fim, foram selecionadas as palavras-chave representativas do tema em questão e foram desenvolvidas algumas questões e enunciados relacionados às palavras cruzadas selecionadas para o jogo educacional.

Um jogo de palavras cruzadas digital foi desenvolvido usando o gerador de palavras cruzadas *on-line* no site Armored Penguin, disponível no sítio eletrônico www.armoredpenguin.com (ARMORED PENGUIN, 2020; DA SILVA; TOLEDO, 2018). O site contém múltiplos recursos que várias pessoas, incluindo educadores e alunos, podem empregar para criar quebra-cabeças de diversos tipos. O Armored Penguin adota um sistema fácil de usar, com um grande acervo de jogos prontos, além de oferecer a possibilidade de construção de jogos inéditos. Os referidos recursos são oferecidos com acesso amplo através de versões livres (gratuitas) ou pagas - mediante assinatura (ARMORED PENGUIN, 2020).

O jogo educacional digital com termos da anatomia do sistema muscular foi intitulado “Anatomia do Sistema Muscular”. Vinte e duas questões ou enunciados com lacunas para completar com as palavras-chave sobre o tema foram elaboradas para o jogo. Termos com suas respectivas numerações foram dispostos nas posições horizontal e vertical na página do jogo. Todos os termos foram adaptados de livros de anatomia adotados em disciplinas de anatomia humana (DANGELO; FATTINI 2011; DRAKE, 2015; NETTER, 2018; VAN DE GRAAFF, 2003). Pistas para cada questão do jogo foram construídas em torno de palavras que representam conceitos essenciais para elucidar informações gerais sobre anatomia humana do sistema muscular, as quais devem ser lembradas por estudantes (de cursos técnicos, de graduação ou de pós-graduação) e por profissionais da área de ciências biológicas e da saúde. As pistas variavam em dificuldade: algumas eram definições diretas (ou seja, a pista definia o termo) enquanto outras representavam definições desconstruídas (ou seja, a pista era uma frase com a ausência de uma ou duas palavras-chave). Além disso, uma lista de checagem das respostas do jogo foi oferecida por meio do banco de palavras (*Word Bank*) constituído por todas as palavras cruzadas pertencentes ao jogo (Tabela 1). No Armored Penguin esta lista foi disposta acima do jogo e constituiu mais uma dica para o jogador identificar as palavras corretas e conseguir concluir a atividade educativa. Os jogos do Armored Penguin disponibilizam a opção de checagem de acertos e erros após a realização de seus jogos na opção “*check solution*”. No jogo do presente trabalho, esta ferramenta foi inserida e o jogador poderia conferir suas

respostas e identificar possíveis erros, aprimorando o aprendizado do tema do jogo.

Agonista	Fáscia	Músculos	Sinergistas
Bicaudado	Inserção	Origem	Tendão
Bíceps	Involuntários	Policaudado	Tríceps
Dois	Liso	Poligástrico	Ventre
Estriado cardíaco	Miologia	Quadríceps	
Estriado esquelético	Monocaudado	Retináculos	

Após a conclusão do processo de criação o jogo educacional foi disponibilizado ao público através do site Armored Penguin, o qual permanece *on-line* para os internautas interessados em estudar anatomia do sistema muscular de forma lúdica.

3 | RESULTADOS

O jogo de palavras cruzadas foi desenvolvido e disponibilizado aos internautas (Figuras 1 e 2). Ele permanece com acesso gratuito, podendo ser resolvido *on-line*, compartilhado em redes sociais, blogs, sites e e-mails, além de oferecer duas versões, uma em PDF e outra em HTML para impressão ou *download*.

O jogo foi formado com nove palavras cruzadas na disposição horizontal e treze na vertical. Na figura 1 observa-se o *print screen* da página do jogo com o layout do jogo educacional digital e na figura 2 o *layout* do gabarito gerados no site Armored Penguin. De posse do jogo, de seu gabarito e da ferramenta de checar as respostas do jogo *on-line* (*check solution*), tornou-se fácil utilizar esse jogo para atividades educativas de anatomia humana do sistema muscular.

A seguir encontra-se duas imagens ilustrativas disponibilizadas na página do jogo, as questões e os enunciados com lacunas associadas às palavras cruzadas do jogo educacional digital Anatomia do Sistema Muscular.

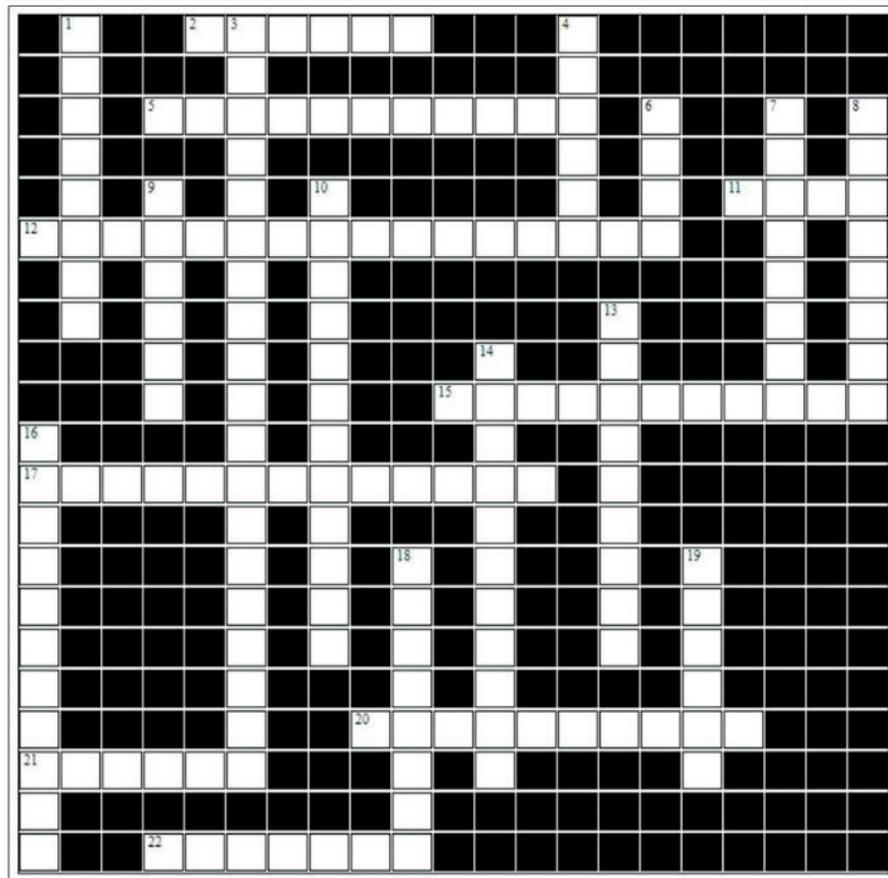


Figure 1. Imagem ilustrativa (*print screen*) da tela do jogo educacional digital Anatomia do Sistema Muscular desenvolvido no site Armored Penguin. Foram geradas nove palavras com a disposição vertical e treze na horizontal.

Fonte: <https://www.armoredpenguin.com/crossword/Data/2020.01/1518/15183208.948.html>

QUESTÕES UTILIZADAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE PALAVRAS CRUZADAS DO JOGO DIGITAL NA DISPOSIÇÃO HORIZONTAL

2. O _____ é porção central, avermelhada e contrátil do músculo estriado esquelético.

5. São espessamentos da fáscia, localizados nos membros, que servem para a contenção dos tendões.

11. Um músculo digástrico possui quantos ventres?

12. Quanto ao aspecto histológico, os músculos do tipo _____ compõem a camada média da parede do coração (miocárdio). (2 Palavras)

15. Quanto à inserção ou ao número de caudas, o músculo que contém mais de duas caudas é classificado em _____.

17. Quanto ao controle pelo sistema nervoso, os músculos podem ser classificados em voluntários ou _____.

20. Quanto à origem ou ao número de cabeças, o músculo que tem quatro cabeças é denominado _____.

21. O _____ é a parte ou extremidade do músculo estriado esquelético

por onde os músculos se fixam ao esqueleto.

22. Quanto à origem ou ao número de cabeças, o músculo que tem três cabeças é denominado _____.

QUESTÕES UTILIZADAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE PALAVRAS CRUZADAS DO JOGO DIGITAL NA DISPOSIÇÃO VERTICAL

1. É o músculo que realiza o movimento principal.

3. Quanto ao aspecto histológico, os músculos do tipo _____ movimentam os ossos, as articulações e a pele. (2 Palavras)

4. Este componente muscular é uma lâmina de tecido conjuntivo que envolve cada músculo, separando os grupos musculares em lojas ou compartimentos conforme as suas funções.

6. Quanto ao aspecto histológico, os músculos do tipo _____ movimentam a parede das vísceras.

7. É a parte da anatomia que estuda os músculos.

8. Em relação à origem e à inserção muscular, a _____ é a extremidade do músculo que está presa no segmento que se deslocará durante o movimento.

9. Em relação à origem e à inserção muscular, a _____ é a extremidade do músculo estriado esquelético que está presa no segmento que permanecerá fixo durante o movimento.

10. Quanto ao número de ventres, os músculos podem ser classificados em digástrico ou _____.

13. Quanto à inserção ou ao número de caudas, o músculo que contém duas caudas é classificado em _____.

14. Quanto à inserção ou ao número de caudas, o músculo que contém uma cauda é classificado em _____.

16. Quanto à função em determinado movimento, os músculos podem ser classificados em agonistas, antagonistas, fixadores ou posturais e _____.

18. São órgãos ou parte de órgãos constituídos por células (fibras musculares) com capacidade de contração e relaxamento.

19. Quanto à origem ou ao número de cabeças, o músculo que tem duas cabeças é denominado _____.

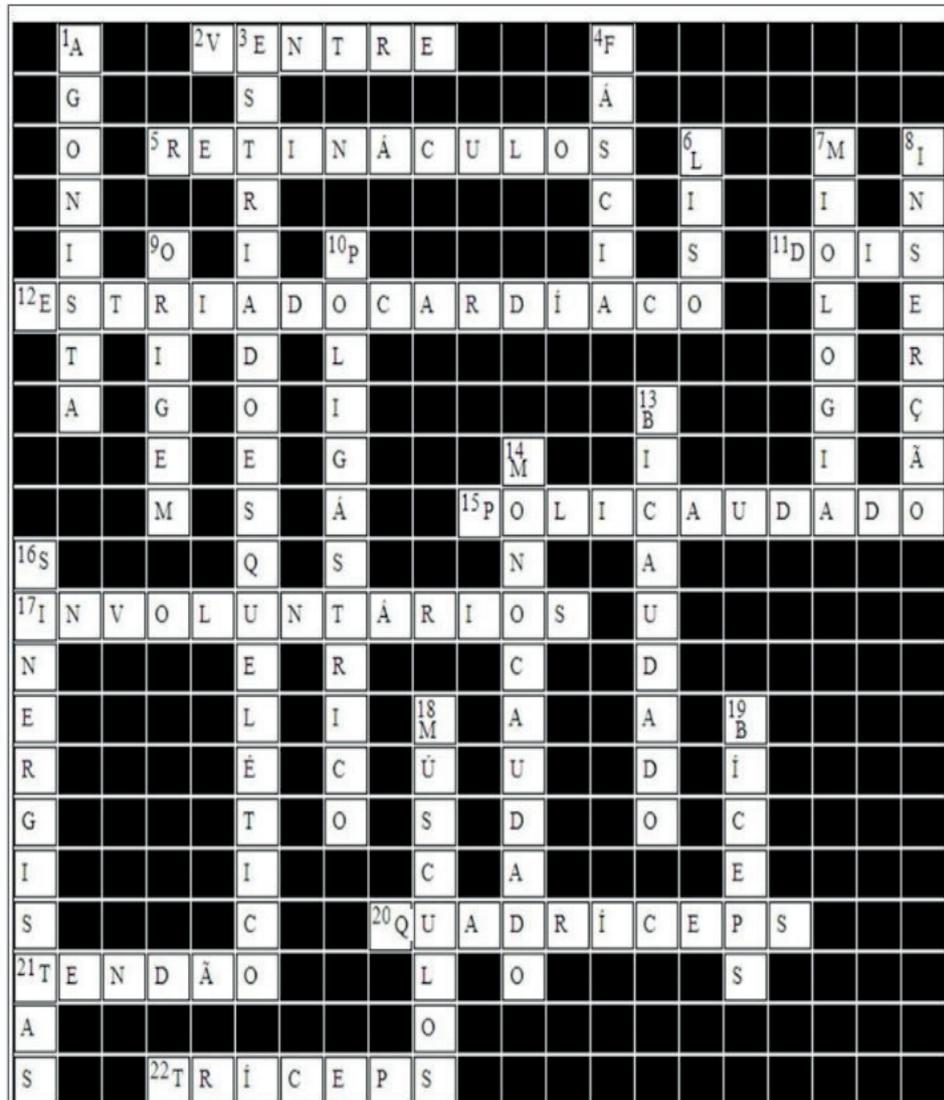


Figure 2. Imagem ilustrativa (*print screen*) da tela do jogo educacional digital Anatomia do Sistema Muscular desenvolvido no site Armored Penguin. Gabarito com as respostas do jogo para verificação *on-line*.

Fonte: <https://www.armoredpenguin.com/crossword/bin/crossword.cgi?cmd=answerkeyhtml&filefrag=2020.01/1518/15183208.948.html>

O jogo educacional digital criado e descrito neste capítulo pode ser jogado *on-line* em dispositivos móveis, computadores e demais equipamentos eletrônicos com acesso à internet. O jogo está disponível para ser jogado individualmente ou para ser compartilhado entre amigos, estudantes e professores, não só de modo virtual, mas em atividades presenciais como aulas, seminários, oficinas e cursos, entre outras atividades que envolvam o tema Anatomia do Sistema Muscular.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os jogos educacionais merecem atenção especial no processo de ensino e aprendizagem. Neste contexto, demonstramos o processo de criação de um jogo educacional de Anatomia do Sistema Muscular como proposta de apoio ao ensino de anatomia humana.

O desenvolvimento de novas estratégias para aprimorar o método atual do ensino de anatomia é relevante e pode ser explorado com recursos on-line de baixo custo e de fácil acesso aos interessados inseridos no ensino e na aprendizagem no campo de ciências biológicas e da saúde.

Além disso, o compartilhamento de informações seguras na internet, explorando as tecnologias da informação e as inovações da era digital, podem contribuir para a formação de profissionais mais envolvidos na atual cultura digital. Uma limitação importante deste trabalho é a não validação do nosso jogo educacional. Por isso, são necessários estudos para avaliar o impacto desse tipo de estratégia na educação em ciências biológicas e suas áreas afins.

REFERÊNCIAS

AMOREDPENGUIN.COM (2020) <https://www.armoredpenguin.com/>

COSTA, J. S. R., SILVA, E. Utilização da computação gráfica como alternativa para a construção de peças anatômicas humanas virtuais. In: IV Semana da Integração: Ensino, Pesquisa e Extensão (Sintegra) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2015, Diamantina. Anais da IV Semana da Integração: Ensino, Pesquisa e Extensão (Sintegra) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina: UFVJM, 2015. v. 1. p. 2.

DA SILVA, E.; CAMPOS, L. F. The Potential role of social media and interactive technologies in diabetes education. **J Dia Res Ther**, v. 2, n. 2, 2016.

DA SILVA, E.; Toledo M.M. Diabetes Crossword Puzzle Game. **J Dia Res Ther**, v. 4, n. 1, 2018.

DA SILVA, E.; TOLEDO, M. M.; LOPES, P. H. Word Searches Puzzles as a Tool to Motivate Learning about Diabetes Mellitus. **J Dia Res Ther**, v. 3, n. 1, 2017.

DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. Anatomia Humana: Sistêmica e Segmentar. revista. **São Paulo: Atheneu**, 2011.

DRAKE, Richard; VOGL, A. Wayne; MITCHELL, Adam WM. **Gray Anatomia para estudantes**. Elsevier Brasil, 2015.

DUPIM, L. A. et al. A coluna vertebral em jogos educativos digitais de anatomia em imagens. In: IV Semana da Integração: Ensino, Pesquisa e Extensão (Sintegra) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2015, Diamantina. Semana da Integração: Ensino, Pesquisa e Extensão (Sintegra) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina: UFVJM, 2015. v. 1. p. 1.

EVANS, D. J. R. The role of the anatomist in communicating anatomy to a lay audience. **European Journal of Anatomy**, v. 11, n. S1, p. 79-83, 2020.

GBOLAHAN BALOGUN, Wasiu. Using Electronic Tools and Resources to Meet the Challenges of Anatomy Education in Sub-Saharan Africa. **Anatomical sciences education**, v. 12, n. 1, p. 97-104, 2019.

GONDIM, Victor José Timbó. Desenvolvimento de um aplicativo de anatomia humana em cabeça e pescoço para ensino. 2019.

KISHIMOTO, Tizuko M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. Cortez editora, 2017.

NETTER, Frank H. **Netter atlas de anatomia humana**. Elsevier Brasil, 2018.

RAMOS, K. da S. et al. Uma análise de caso acerca do ensino em morfologia na universidade do estado do Pará. In: **Pará: Universidade Federal do Pará, XXIII Congresso Brasileiro de Anatomia, Belém/PA**. 2008.

TEUTSCH, Carol et al. Patient-doctor communication. **Medical Clinics of North America**, v. 87, n. 5, p. 1115-1146, 2003.

VAN DE GRAAFF, Kent Marshall. **Anatomia humana**. Manole, 2003.

EXTRACTION AND CRYSTALLIZATION OF CAFFEINE FROM COFFEE HUSKS

Data de submissão: 17/11/2019.

Data de aceite: 20/01/2020

Ana Paula Silva Capuci

Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química
Uberaba – MG

<http://lattes.cnpq.br/4652343814529493>

Eloízo Júlio Ribeiro

Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química
Uberlândia – MG

<http://lattes.cnpq.br/7396213263599744>

José Roberto Delalibera Finzer

Universidade de Uberaba, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química
Uberaba – MG

<http://lattes.cnpq.br/3768604935693672>

ABSTRACT: In the last decade, the production of coffee husks in the world increased by 28%, the ratio between the obtained grain and the coffee husk is 1: 1. It is known that caffeine is a psychomotor stimulant, whose main property is to stimulate mental activity, relieving sleep and fatigue. The present work presents an alternative for the disposal of this residue by solid-liquid extraction of the caffeine from the *Coffea arabica* coffee husk, using water as the extracting agent

and crystallizing the caffeine extracted with the controlled cooling technique. The work proposes an optimized temperature and roasting time for the extraction of caffeine (145.9°C and 5.4 min). Under these conditions, 57.7% m/m of caffeine can be extracted from the *Coffea arabica* coffee husk. With the crystallization it was possible to purify the caffeine, reaching an average purity of 88%.

KEYWORDS: Coffee husks. Extraction. Caffeine. Crystallization.

1 | INTRODUCTION

In the last decade, corresponding to the harvest of 2007 and 2008; the harvest of 2017 and 2018, coffee production worldwide increased by 28%. This means that in the last decade, production of Arabica coffee increased from 74.8 million bags, from 60 kg, to 97.4 million bags. The increase of the residue generated after the grain processing is proportional to the increase of the coffee production, that is to say, the ratio between the obtained grain and the coffee husk is 1: 1 (EMBRAPA, 2017). Once a high amount of residue is generated, for the current trade scenario, research is needed for its destination. Among some applications of the coffee bark, we can mention, as the most usual, ruminant feed, nutrient supply in the process of

organic fertilization, weed control (EMBRAPA, 2017).

Thus, the present work aims to propose a destination for this residue by extracting solid-liquid caffeine from the coffee husk of the *Coffea arabica* species, using water as the extracting agent and crystallize the extracted caffeine with the intention of purifying it.

2 | EXPERIMENTAL

2.1 Extraction of caffeine

Initially, a Central Composite Planning was done around the central points, validated by Yoshida (2005) and Fernandes (2007), to evaluate the response of caffeine extraction varying temperature (145.9 to 174.1°C) and toasting time (4.36 to 7.24 min). Sixteen experiments were performed, with 8 replicates at the central point. The experiments were carried out in triplicate with husks from the 2018 harvest, provided by a producer from Araguari - MG. The coffee husks were cleaned manually and with the help of Tyler screens of 2.36 mm opening for removal of soot, twigs and coffee beans. Then, 100 g of the coffee straw were inserted into the Carmonaq TP1 roaster at the operating temperature. The peels remained in the roaster at the given time of each experiment. At the end of the toast, the roasted coffee husks were milled in Hamilton Beach Adjustable grinder. Then, grading was carried out on Tyler mesh screens 35 and 48 in order to remove 5 g of sample with a mean diameter of 0.36 mm. The next step was the extraction of caffeine in a Polti Espresso 3000 extractor. Caffeine determination was performed according to the method used by Chaves et. al (2004) and Fernandes (2007). The infrared spectra of the commercial and crystalline caffeine was performed in a Bruker Alpha infrared.

2.2 Crystallization of caffeine

The supersaturated solutions were obtained according to Equations (1) and (2). Equation (1), allows the calculation of the concentration of caffeine to be used (C), considering the supersaturation (S) and concentration of caffeine at the operating temperature (C*). Equation (2) it was used to determine the solubility of caffeine in water. The solubility of caffeine was proposed by Nagy et al. (2007).

$$S = \frac{C}{C^*} \quad (1)$$

$$\ln(C) = -\frac{4907.4}{T} + 104 \quad (2)$$

The seeds were produced by a previously crystallization of commercial caffeine. The seeds were subjected to several heating and cooling treatments, in order to promote

acicular crystal size growth. For crystallization of extract caffeine, approximately 220 mL of supersaturated caffeine solution was prepared at 42.9°C. Thereafter, commercial caffeine seeds (1.952 g) were added and the stirring was adjusted to 221 rpm. The caffeine crystallization from the coffee husk was then monitored by a thermocouple and subjected to a controlled cooling process for a period of 180 min until the temperature reached 20°C. After completion of the crystallization process, all of the caffeine was withdrawn from the glass crystallizer, separated from the mother liquor and stored at 60°C for 24 h in a stove. The yield of caffeine was determined according to Equation (3).

$$y(\%) = \left(\frac{m_{final}}{m_{seed}} - 1 \right) * 100 \quad (3)$$

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Extraction of caffeine

Analyzing the results obtained in the planning, it is observed that both variables have a negative effect on the response studied. From the results of the extraction experiments performed, the process optimization was performed using Equation (4), where y represents the extracted caffeine content, x₁, temperature, and x₂, time, where x₁ and x₂ are statistically coded values.

$$y = 49,68 - 10,19x_1 - 3,78x_1^2 - 7,29x_2 - 4,23x_2^2 \quad (4)$$

This equation was obtained through a multiple regression that relates the isolated variables, the interactions and the quadratic terms to the parameter estimation. The interactions were not significant, so they were taken from Equation (4). The determination of the statistical parameters of the regression was performed through a hypothesis test using maximum probability of error in Student's t-test with a significance level of 10%. The square of the regression correlation coefficient (r²) was equivalent to 0.89073. The residues were random and well distributed. According to the data analysis, it can be verified that the lower the time and temperature, within the range studied, the greater the amount of caffeine extracted. Within the studied range of temperature and time, the optimal points were -1.414 and -0.4525, corresponding to values 145.9°C and 5.4 min respectively. Under these conditions, 57.7% of a total of 1.3% m/m of caffeine in *Coffea arabica* coffee husk can be extracted.

According to the results of Yoshida (2005) and Fernandes (2007), it was possible to extract 92% of the total caffeine from the same coffee species with an optimum time of 5 min and a temperature of 160 ° C. The difference between the optimized

parameters of these researchers with those of the present study, in the same range of study, may have occurred both by the amount of extraction of a same sample and by the use of different rotors. In the first case, the authors made successive extractions while for this study a single extraction was performed. Yoshida (2005) and Fernandes (2007) used a roaster with perforated body cylinder, in which the heat exchanges during the roasting of the shells occurred by conduction and convection, whereas in the work presented, a roaster with massive cylinder was used in in which only the conduction was characterized as heat exchange.

3.2 Crystallization of caffeine

The crystallization of caffeine extracted from the coffee husk occurred with controlled cooling from 42.9°C to 20°C for 180 min, with stirring of 221 rpm and supersaturation of 1,135. In the experiments 1.952 g of commercial caffeine seeds were added. At the end of the operation the yield was 310.82%. The extracted caffeine had a purity of 73% (± 3), after crystallization, the purity obtained was 88% (± 2.8), an increase of approximately 21%. When analyzing the crystals obtained in an optical microscope (Nikon Eclipse E100), it is observed that they have the characteristic acicular form of this organic compound (Figure 1A). The caffeine identification was performed by comparing the infrared spectra (Bruker Alpha) of the commercial and crystalline caffeine as shown in Figure 1B. The result shows that there is excellent agreement on the wave numbers of the specific bands of both spectra. The similarity of the forms of the spectra can be justified by the visual comparison of the spectra shown in Figure 1B. The crystal was thus identified as being caffeine.

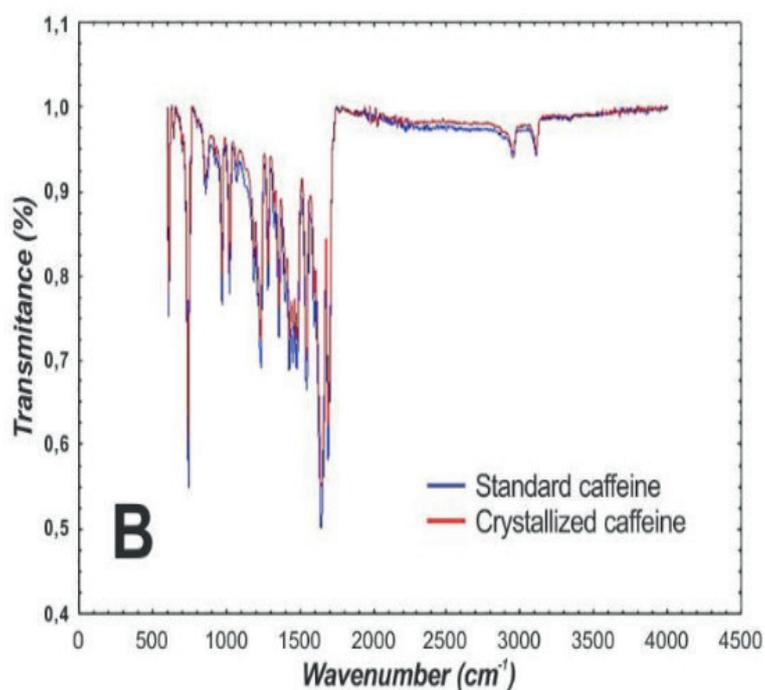
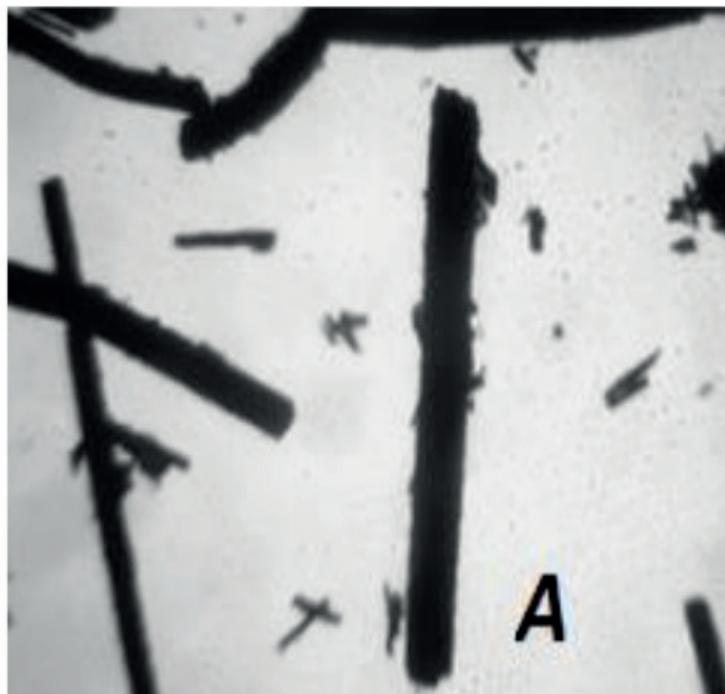


Figure 1 .(A). Caffeine crystals obtained by cooling crystallization photographed on 4x magnification lens under optical microscope. (B). Infrared spectra of standard caffeine (---)and crystallized caffeine from coffee husks (---).

4 | CONCLUSION

In the worked temperature and time range, it was possible to extract 57.7% of the caffeine present in the coffee husk in an optimized roasting condition with a time of 5.4 min and a temperature of 145.9°C. However the heterogeneity of vegetable matter may interfere with the amount of caffeine extracted in the process. Crystallization proved to be an excellent purification option for the organic compound, with final purity of 88%. The characterization tests of the caffeine obtained demonstrated that the technique

was able to purify the caffeine and produce crystals with characteristics faithful to the crystals of the same pure compound.

REFERENCES

Chaves, J.C.D., Miyazawa, M., Bloch, M.F.M., Yamakami, J.K. **Estimativa do teor da cafeína das sementes de café baseada na sua concentração nas folhas de mudas e de plantas adultas.** Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, 26, 3, 287 – 292, 2004.

EMBRAPA, **Produção mundial de café cresceu de 124 milhões para 159 milhões de sacas na última década.** 29 ago. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26234229/producao-mundial-de-cafe-cresceu-de-124-milhoes-para-159-milhoes-de>>

Fernandes, G. **Extração e purificação da cafeína da casca de café.** 2005. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Nagy, Z.K., Gillon, A.L., Steele, G., Makwana, N., Rielly, C.D. **Using process analytical technology for in situ monitoring of the polymorphic transformation of organic compounds.** 8th International IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems. Cancun, Mexico, 2007. vol 3., 1-6.

Yoshida, L.M. **Extração de solúveis da casca de café torrada.** 2005. 223 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

PRODUÇÃO DE ETANOL A PARTIR DE AMIDO DE MILHO HIDROLISADO COM AMILASES DO MALTE DE CEVADA

Data da submissão: 31/10/2019
Data de aceite: 20/01/2020

Felipe Staciaki da Luz

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR
<http://lattes.cnpq.br/7654110890574124>

Renata Nascimento Caetano

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR
<http://lattes.cnpq.br/5221930421963850>

Adrielle Ferreira Bueno

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR
<http://lattes.cnpq.br/1070648783153474>

Carine Vieira

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR
<http://lattes.cnpq.br/1698542463161912>

Danielle Cristina Silva Oliszeski

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR
<http://lattes.cnpq.br/4943630164733083>

Gideã Taques Tractz

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química

Guarapuava-PR

<http://lattes.cnpq.br/5932164789161002>

Bianca Vanjura Dias

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR
<http://lattes.cnpq.br/6501821506452621>

Cynthia Beatriz Fürstenberger

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Biologia
Guarapuava-PR
<http://lattes.cnpq.br/1950137747785419>

Everson do Prado Banczek

Universidade Estadual do Centro-Oeste,
Departamento de Química
Guarapuava-PR
<http://lattes.cnpq.br/7523573139592166>

RESUMO: Neste trabalho, o amido de milho foi utilizado para a produção de etanol através do processo de fermentação alcoólica pela levedura *Saccharomyces cerevisiae* e a hidrólise desse amido foi realizada utilizando o malte de cevada como fonte de amilases. O malte de cevada foi moído previamente e duas condições de hidrólise enzimática foram testadas uma a 50 °C por 24 horas e outra a 60 °C por 2 horas, ambos os testes foram realizados com 2% (m/V) de amido e 10% (m/m) de malte. A segunda condição foi a que

apresentou maior teor de °Brix e etanol e foi escolhida para a realização do estudo. Duas concentrações de amido foram testadas e a concentração de 10% (m/V) de amido em 1 litro de água apresentou um teor alcoólico mais elevado. A variação na concentração de malte não foi um fator significativo no teor de etanol e açúcar solúvel, sendo possível obter o mesmo teor alcoólico para a menor concentração (5% m/m) e para a maior concentração de malte (15% m/m). A análise espectroscópica realizada na região do infravermelho confirmou a presença de etanol através das bandas de estiramento de O-H em 3350 cm^{-1} de alongamento C-O em 1049 cm^{-1} .

PALAVRAS-CHAVE: hidrólise enzimática, fermentação alcoólica, amido de milho.

ETHANOL PRODUCTION FROM HYDROLYZED CORNSTARCH WITH AMYLASES FROM BARLEY MALT

ABSTRACT: In this work, cornstarch was used for the production of ethanol through the fermentation process by yeast *Saccharomyces cerevisiae* and the hydrolysis of this starch was carried out using the barley malt as a source of amylases. The barley malt was ground previously and two enzymatic hydrolysis conditions were tested one at $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 24 hours and another at $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 2 hours, both tests were performed with 2% (w/V) of starch and 10% (w/w) of malt. The second condition was the one that showed higher °Brix and ethanol content and was chosen for the accomplishment of the study. Two concentrations of starch were tested and the concentration of 10% (w/V) starch to 1 liter of water had a higher alcohol content and higher °Brix. The variation in the malt concentration was not a significant factor in the ethanol and soluble sugar contents, being it possible to obtain the same alcoholic content of the lowest concentration (5% w/w) and the highest concentration of malt (15% w/w). Spectroscopic analysis performed in the infrared region confirmed the presence of ethanol through the stretch bands of the O-H in 3350 cm^{-1} and C-O stretch in 1049 cm^{-1} .

KEYWORDS: enzymatic hydrolysis, alcoholic fermentation, corn starch.

1 | INTRODUÇÃO

A energia é o primeiro dentre os 10 maiores problemas a serem enfrentados pela humanidade no futuro. Sem energia, não há como resolver outras problemáticas que afetam o mundo, como escassez de água e tratamento de doenças. Assim, as fontes de energia renováveis têm sido o foco de várias pesquisas em todo o mundo desde o início do século XXI (SMALLEY, 2005; GOLDEMBERG, 2007).

O bioetanol é uma fonte consolidada de energia renovável em todo o mundo devido ao fato de poder ser obtido por muitas matérias-primas, como cana de açúcar, milho, beterraba e materiais lignocelulósicos. Além disso, o etanol possui eficiência próxima à da gasolina e auxilia na redução de dióxido de carbono na atmosfera. Em geral, o etanol é produzido pelo consumo metabólico de açúcares por microrganismos como leveduras e bactérias. No Brasil, a maior quantidade de etanol é obtida da cana-de-açúcar, devido à alta produtividade dessa cultura. No entanto, a cana não pode

ser armazenada e processada no período entressafra. Assim, é importante usar outra matéria-prima, como o milho, para expandir a produção de etanol ao longo do ano (GOLDEMBERG, 2007; KÜÜT et al., 2018; MILANEZ et al., 2014).

O principal carboidrato do milho é o amido, um polissacarídeo composto por dois polímeros: amilose e amilopectina. Esses açúcares não são fermentescíveis e precisam ser convertidos em açúcares menores para serem metabolizados pelos microrganismos. O processo de conversão é uma hidrólise e pode ser realizado por meio de catálise ácida ou enzimática. A catálise enzimática tem maior seletividade, gera produtos mais puros e requer menor quantidade de energia para ser realizada. (BORZANI et al., 2006; CURVELO-SANTANA, J. C.; EHRHARDT, D. D.; TAMBOURGI, 2010; WANG et al., 2017)

A hidrólise do amido é geralmente realizada com enzimas comerciais obtidas de culturas de fungos e os hidrolisados são fermentados com a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. CURVELO-SANTANA et al. (2010) obtiveram etanol a partir de mandioca, onde o amido foi hidrolisado com α -amilase fúngica comercial de *Aspergillus niger* e submetido à fermentação por leveduras. AI et al. (2011) avaliaram a hidrólise do amido de sorgo em comparação ao amido de milho usando α -amilase pancreática e amiloglicosidase de *Aspergillus niger*, ambas comerciais. CANTOS-LOPES et al. (2018) estudaram a produção de etanol a partir de amido de batata-doce hidrolisado com amilase comercial e amiloglicosidase. BARCELOS et al. (2011) utilizaram α -amilase de *Bacillus licheniformis* e glucoamilase de *Aspergillus niger* para hidrólise do sorgo, ambas de fontes comerciais.

Nota-se um grande número de trabalhos que utilizam a enzima pura para a hidrólise do amido. No entanto, a enzima pura é cara e sua extração torna a produção de etanol onerosa. Nesse contexto, uma fonte mais barata de amilases é uma boa maneira de resolver os problemas relacionados à hidrólise enzimática. O malte de cevada é uma fonte que pode ser usada para resolver esse problema. Este grão, quando sujeito a maltagem, produz uma grande quantidade de enzimas amilolíticas.

Assim, neste trabalho, o malte de cevada foi utilizado como fonte dos catalisadores biológicos para a hidrólise de amido de milho para viabilizar a fermentação alcoólica pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

2 | MATERIAS E MÉTODOS

Para todos os processos de hidrólise e fermentação, os aparatos utilizados para as reações foram esterilizados com etanol 70 °GL e depois seco para eliminar microorganismos que pudessem interferir no processo de hidrólise e fermentação.

2.1 Hidrólise enzimática e fermentação de mosto

A extração das enzimas foi realizada *in situ* simultaneamente à hidrólise do amido. A hidrólise enzimática foi realizada em duas condições diferentes de temperatura e tempo. O amido foi gelatinizado em água por aquecimento a 70°C e depois o malte foi adicionado iniciando a hidrólise. Após a reação, o °Brix foi medido por refratometria.

2.1.1 Teste do efeito do malte de cevada

Para comprovar a atividade catalítica do malte de cevada na hidrólise, foram realizados dois ensaios sob a mesma condição. A concentração de amido foi fixada em 2% (m/V) para 1 litro de água e os ensaios foram realizados em duplicata. O primeiro ensaio utilizou a concentração de malte de 10% (m/m) em relação à massa de amido. O segundo não usou malte.

2.1.2 Condições de hidrólise enzimática

Foram testadas duas condições de hidrólise, uma a 50 °C por 24 horas e outra a 60 °C por 2 horas, ambas em pH 5,0.

2.1.3 Estudo da variação da concentração de amido de milho e malte de cevada

A condição de hidrólise utilizada nesta etapa foi a que produz o maior teor de °Brix e etanol. Duas concentrações de amido foram testadas nesta etapa, 2% (m/V) e 10% (m/V), tanto para 1 litro de água quanto 10% (m/m) de malte de cevada. Após, a concentração de amido foi fixada em 10% (m/V), devido aos maiores valores obtidos para °Brix e teor de etanol com essa concentração. Foram testadas três concentrações de malte de cevada: 5%, 10% e 15% (m/m), ambas em relação à massa de amido adicionada.

2.2 Fermentação alcoólica

Todas as fermentações alcoólicas foram realizadas com a levedura comercial *Saccharomyces cerevisiae* da marca *Lallemand Brewing®*. Primeiramente, o fermento foi ativado de acordo com as especificações do fabricante em 20 mL de água destilada a 40 °C por 20 min. O produto da hidrólise foi transferido para o fermentador previamente esterilizado com etanol a 70 °GL, imediatamente após a hidrólise e, em seguida, a levedura ativada foi adicionada ao fermentador, iniciando a reação a 20 °C durante 168 horas. Após a fermentação, o teor de etanol foi medido por refratometria.

2.2.1 Estudo do grau de atenuação

O estudo do grau de atenuação consiste no estudo da variação do teor de etanol durante a fermentação, a fim de observar a atividade da levedura. Neste trabalho, o estudo foi realizado medindo o teor de etanol e o °Brix a cada 24 horas por 168 horas.

2.3 Caracterização do produto

Para todos os ensaios, o °Brix e o teor de etanol foram medidos usando refratômetros específicos. A espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) foi realizada em um espectrometro modelo Cary 640 FTIR da marca *Agilent Technologies®* com pastilhas de fluoreto de cálcio numa faixa de varredura de 4000 a 400 cm^{-1} , a fim de confirmar os grupos funcionais de etanol.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito do malte de cevada e condições de hidrólise enzimática

A Tabela 1 mostra os resultados para o teste do efeito do malte de cevada. A ausência de malte na hidrólise foi determinante para a reação, pois não houve formação de açúcares solúveis (°Brix = 0) e etanol (teor de etanol = 0). As amilases promoveram a hidrólise catalítica do amido, e os fatores tempo e temperatura não foram significativos para a hidrólise sem a presença de amilases.

Concentração de amido de milho (% m/V)	Concentração de malte cevada (% m/m)	°Brix antes da fermentação	°Brix após a fermentação	Teor de etanol (% m/m)
2	10	1,28±0,0353	1,08±0,0353	2,25±0,354
2	0	0	0	0

Tabela 1. Teor de etanol e °Brix obtidos para o teste do efeito do malte de cevada.

Após verificar se o malte pode ser usado como fonte de amilases, foram testadas duas condições de hidrólise enzimática. As condições e os resultados são mostrados na Tabela 2.

Condição	1	2
Temperatura (°C)	50	60
Tempo (h)	24	2
pH	5.0	5.0
°Brix antes da fermentação	1,28±0,0353	2,10±0
°Brix após a fermentação	1,08±0,0353	1,15±0,0707
Teor de etanol (% m/m)	2,25±0,354	3,00 ±0

Tabela 2. Condições de hidrólise, °Brix e teor de etanol.

A condição a 60 °C por 2 horas gerou um valor mais alto de açúcares solúveis e teor de etanol. Assim, essa condição de temperatura e tempo foi utilizada durante o restante deste estudo.

3.2 Estudo da variação da concentração de amido de milho e malte de cevada

A hidrólise que utilizou a maior concentração de amido de milho (10% m/V) apresentou um maior teor de °Brix e etanol e depois foi fixada para o teste de concentração de malte. As três concentrações de malte utilizadas produziram o mesmo teor de etanol após a fermentação. Os resultados são mostrados na Tabela 3.

Experimento	Concentração de amido (% m/V)	Concentração de malte (% m/m)	°Brix antes da fermentação	°Brix após a fermentação	Teor de etanol (% m/m)
1	2	10	2,10±0	1,15±0,0707	3,0±0
2	10	10	8,85±0,495	7,40±0,566	17,5±2,12
3	10	5	9,65±0,212	7,90±0,141	19,0±1,41
4	10	10	8,85±0,495	7,40±0,566	17,5±2,12
5	10	15	10,4±0,566	7,05±0,354	19,0±2,83

Tabela 3. Teor de etanol obtido em função da concentração de amido de milho e malte de cevada.

Uma análise de variância (ANOVA) foi realizada para verificar se houve diferença estatística entre o teor de etanol obtido para as três concentrações de malte. Os resultados da Tabela 4 e Figura 1 mostraram que não há diferença estatística entre os valores do teor de etanol, segundo o teste de Tukey, no nível de confiança de 95%.

Concentração de malte utilizada na hidrólise (% m/m)	Média dos teores de etanol (% m/m)
5	19.0±1.41 a
10	17.5±2.12 a
15	19.0±2.83 a

Tabela 4. Análise de variância para o teor de etanol obtido para as concentrações de malte. Os valores médios seguidos pela mesma letra não apresentam diferença estatística.

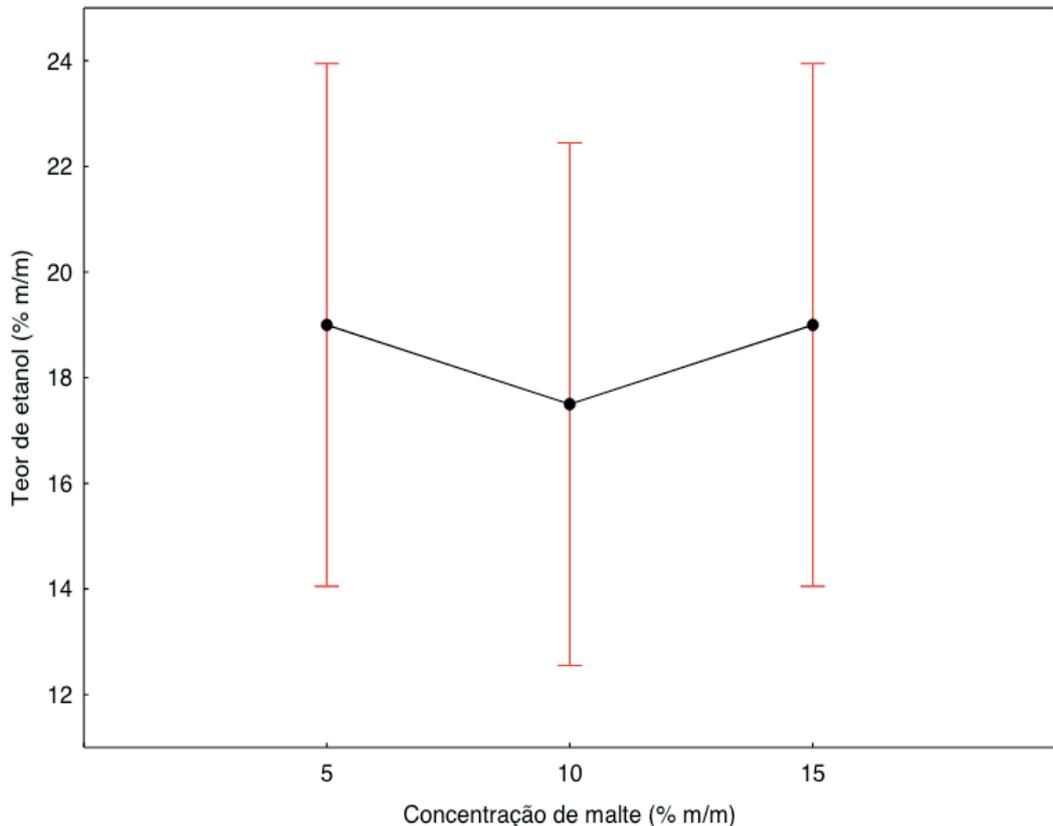


Figura 1. Média dos teores de etanol com as barras de erros para cada concentração de malte.

A atividade catalítica do malte foi observada para todas as concentrações testadas no estudo. Assim, a quantidade de malte adicionada na hidrólise não foi um fator determinante para a clivagem das ligações glicosídicas do amido de milho, mas sim a presença do malte como fonte de enzimas amilolíticas. As condições de hidrólise (T: 60 °C e pH: 5,0) estão na faixa de atividade ótima da α -amilase e β -amilase do malte de cevada (PALMER, 2006; SANTANA, 2007). Assim, a principal clivagem foi a da ligação glicosídica α (1-4) do amido. A α -amilase atua apenas nas ligações glicosídicas internas α (1-4) do amido aleatoriamente e, portanto, os prováveis açúcares produzidos por essa ação enzimática foram oligossacarídeos lineares e ramificados. A β -amilase atua na extremidade não redutora das cadeias de amido, também na ligação glicosídica α (1-4). O açúcar produzido por sua ação catalítica é a maltose. Outras clivagens como a hidrólise de ligações α (1-6) poderiam ter ocorrido, mas em uma proporção menor, uma vez que as condições experimentais não favoreciam a ação das enzimas desramificadoras (TESTER; KARKALAS; QI, 2004).

O maior teor de etanol obtido neste estudo foi superior ao obtido em trabalhos que utilizam a enzima pura para a hidrólise do amido (CURVELO-SANTANA et al., 2010; LI et al., 2019). O teor de etanol do mosto obtido foi superior ao relatado por BRINGHENTI et al. (2007) que usaram enzimas comerciais para hidrolisar o amido e enriqueceram o mosto com melaço de cana. Desse modo, o processo de hidrólise e fermentação desenvolvido neste trabalho foi mais eficiente que as reações que utilizaram enzimas comerciais sem a necessidade de enriquecer o mosto, porque os açúcares produzidos

na hidrólise foram suficientes para obter maiores níveis de etanol.

3.3 Estudo do grau de atenuação

É possível observar que o teor de etanol atingiu o valor máximo (21%) após 24 horas e houve baixo consumo de açúcar, pois o °Brix diminuiu menos de 1 ponto percentual. Nestas 24 horas, as leveduras se adaptaram ao fermentador e começaram a se multiplicar, passando a metabolizar os açúcares de forma anaeróbica. O teor de etanol de 21% permaneceu o mesmo até 72 horas e depois começou a cair. É possível afirmar que, após 72 horas de fermentação, o teor de etanol diminuiu devido ao consumo das leveduras. A concentração de etanol é um fator de estresse para a levedura, porque sua toxicidade para as suas células pode prejudicar a atividade fisiológica e danificar a membrana celular. Assim, o consumo de álcool pela levedura pode interromper seu crescimento e reprodução ou até levar à morte desses microrganismos¹⁶. Portanto, o teor de etanol não aumenta a partir deste momento, pois há uma diminuição das leveduras ativas no meio fermentativo.

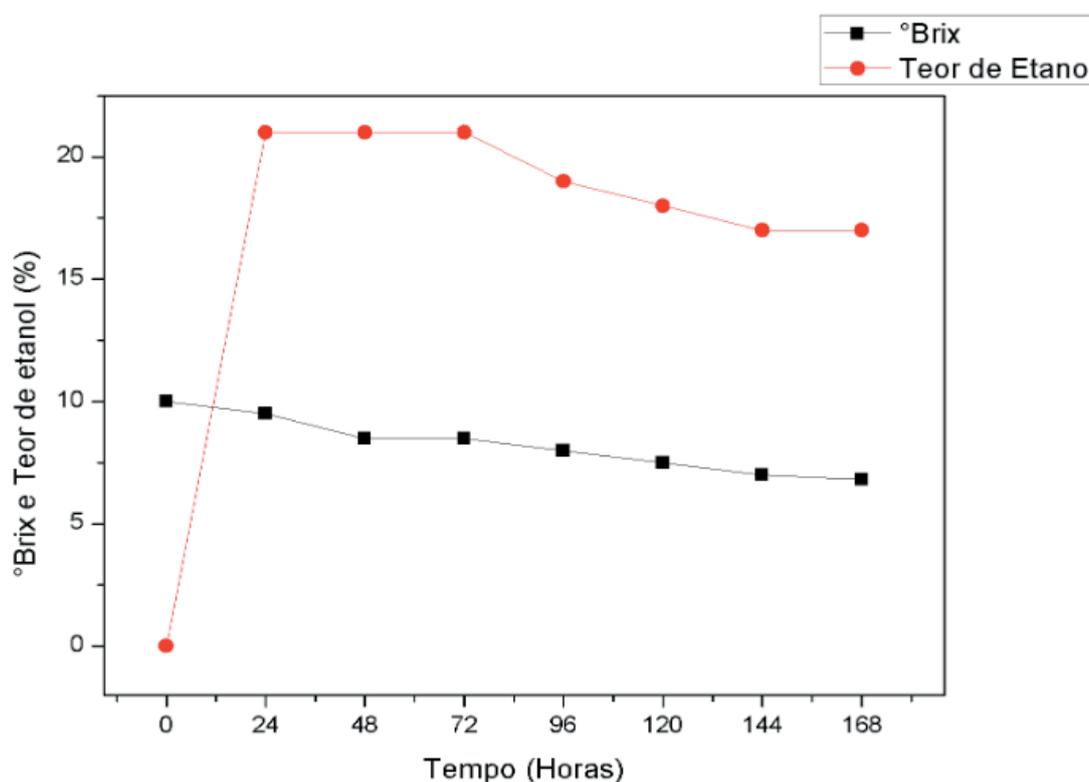


Figura 2. Grau de atenuação da fermentação.

O desempenho da fermentação neste trabalho foi mais eficaz quando comparado a trabalhos similares de produção de etanol, pois o teor alcoólico atingiu um valor máximo e se estabilizou em um período menor. CURVELO-SANTANA et al. (2010) usaram o hidrolisado de mandioca para a produção de etanol e atingiram o teor máximo de etanol após 144 horas de fermentação. YU et al. (2019) utilizaram milho para a produção de etanol e obtiveram o maior teor de álcool após 48 horas de

fermentação. Um estudo que utilizou diferentes maltes como fonte de amilases para hidrólise de amido desenvolvido por SANTANA (2007), alcançou o maior teor de etanol após 120 horas de fermentação. WANG (2019) e colaboradores obtiveram o maior teor de etanol após 60 horas para a fermentação alcoólica da biomassa lignocelulósica pela co-cultura *S.cerevisiae* e *E.coli*. A eficiência da fermentação observada foi maior tanto em relação aos trabalhos que utilizaram a enzima pura quanto nos trabalhos que utilizaram o malte de cevada para a hidrólise do amido.

3.4 Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

A espectroscopia FTIR foi realizada após a destilação dos produtos para dos ensaios que utilizaram 10% e 15% da concentração de malte. Os espectros mostrados na Figura 3 mostram duas bandas importantes que coincidem com as bandas de etanol 99% e, podem confirmar os grupos funcionais de etanol das amostras. Uma banda em 3338 cm^{-1} refere-se ao estiramento da ligação O-H e outra em 1049 cm^{-1} , que refere-se ao estiramento angular da ligação C-O. O sinal intenso que aparece após 1000 cm^{-1} refere-se à absorção de CaF_2 . As outras bandas dos espectros são mostradas na Tabela 5 com seu número de onda em comparação com os valores esperados de número de onda para cada vibração de ligação.

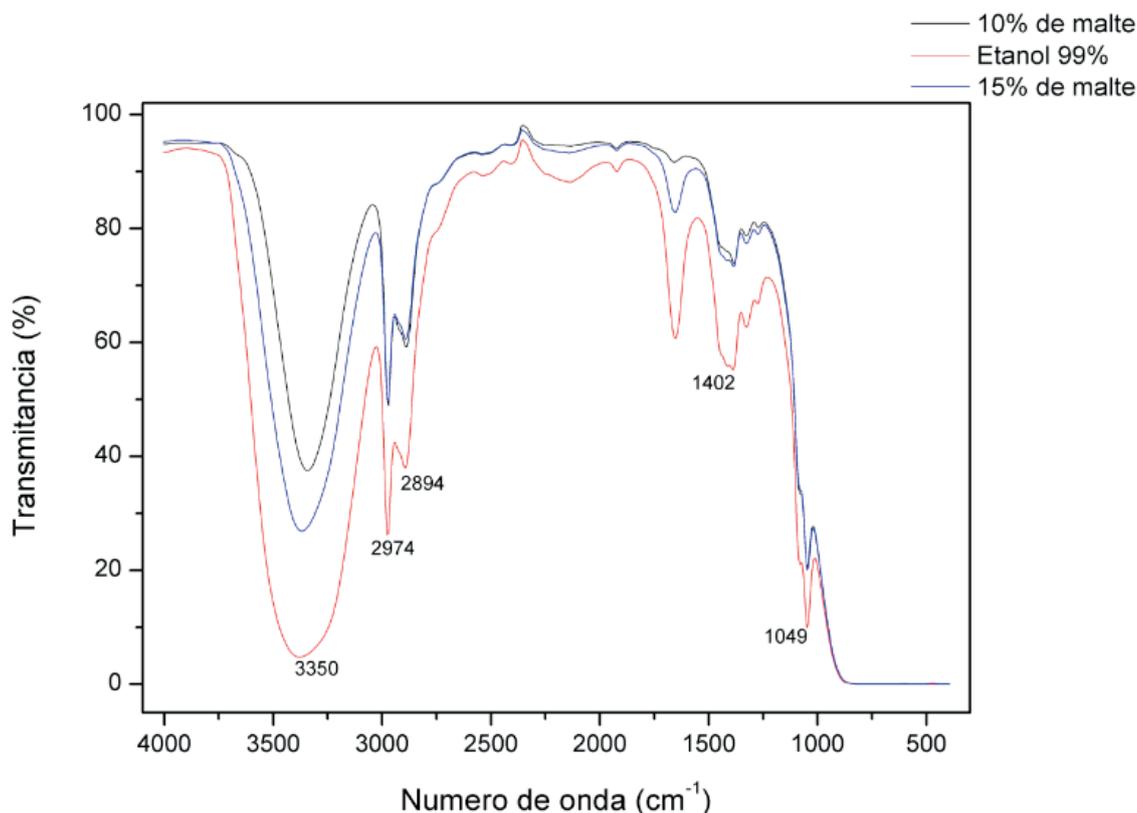


Figura 3. Espectros de infravermelho das amostras comparados com etanol 99%.

Número de onda esperado (cm^{-1})	Número de onda observado (cm^{-1})	Banda
3400-3200	3338	Estiramento O-H

3000-2850	2974	Estiramento C-H
3000-2850	2889	Estiramento C-H
1450-1375	1402	Deformação angular C-H
1300-1000	1049	Estiramento C-O

Tabela 5. Bandas dos espectros e seus respectivos números de onda

As faixas de número de onda foram obtidas de Pavia et al. (2010)

De acordo com a Tabela 5, as bandas dos espectros estão na faixa do número de onda esperada para cada modo vibracional. As principais bandas do grupo funcional do etanol, o estiramento C-O (1049 cm^{-1}) e o estiramento O-H (3338 cm^{-1}) estão dentro da faixa de número de onda relatada por CORSETTI et al. (2015) e DOROSHENKO et al. (2012), que caracterizaram o etanol por espectroscopia no infravermelho. Portanto, a análise por FTIR confirma a presença de etanol tanto em comparação com o espectro de 99% de etanol quanto com os valores relatados na literatura.

4 | CONCLUSÕES

O malte de cevada apresentou desempenho satisfatório na hidrólise do amido de milho. As amilases presentes no malte podem ser extraídas e promover a quebra do amido independentemente da concentração de malte utilizada. A hidrólise a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 2 horas mostrou os maiores valores de $^{\circ}\text{Brix}$ e etanol. A ANOVA mostrou que não há diferença significativa entre os valores de etanol obtidos para diferentes concentrações de malte. O estudo do grau de atenuação da fermentação mostrou que apenas em 1 dia o teor de etanol já havia atingido seu valor máximo com baixo consumo de açúcar pelas leveduras. Com o tempo, o teor de etanol diminuiu para 17%. A análise espectroscópica na região do infravermelho confirmou através das bandas de ligação O-H e C-O que o produto sintetizado e purificado era etanol.

REFERÊNCIAS

- AI, Y.; MEDIC, J.; JIANG, H.; ANG, D.; JANE, J. **Starch characterization and ethanol production of sorghum**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 59, p. 7385–7392, 2011.
- BARCELOS, C. A.; MAEDA, R. N.; BETANCUR, G. J. V.; PEREIRA JR. N. **Ethanol production from sorghum grains [*Sorghum bicolor* (L.) moench]: Evaluation of the enzymatic hydrolysis and the hydrolysate fermentability**. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, v. 28, p. 597–604, 2011.
- BORZANI, W.; DE SOUZA, F. S.; SOYAMA, C. Y.; FURUKO, P. M.; FERREIRA, D. S. **Influence of the reactor shape on the kinetics of ethanol production in laboratory-scale batch fermentation tests carried out in unstirred vessels**. *Brazilian Arch. Biol. Technol.*, v. 49, p. 503-514, 2006.
- BRINGHENTI, L.; CABELLO, C.; URBANO, L. H. **Fermentação alcoólica de substrato amiláceo hidrolisado enriquecido com melão de cana**. *Ciênc. agrotec.*, v. 31, p.429-432, 2007.
- CANTOS-LOPES, A.; DE RESENDE, J. T. V.; MACHADO, J.; PEREZ-GUERRA, E.; VILELA-RESENDE, N. **Alcohol production from sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) genotypes in**

fermentative medium. Acta Agronômica, v. 67, p. 231-237, 2018.

CURVELO-SANTANA, J. C.; EHRHARDT, D. D.; TAMBOURGI, E. B. **Otimização da produção de álcool de mandioca.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 3, p. 613–617, 2010.

CORSETTI, S.; ZEHENTBAUER, F. M.; MCGLOIN, D.; KIEFER, J. **Characterization of gasoline/ethanol blends by infrared and excess infrared spectroscopy.** Fuel, v. 141, p. 136-142, 2015.

CURVELO-SANTANA, J. C.; EHRHARDT, D. D.; TAMBOURGI, E. B. **Otimização da produção de álcool de mandioca.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 30, n. 3, p. 613–617, 2010.

DOROSHENKO, I.; POGORELOV, V.; SABLINSKAS, V. **Infrared Absorption Spectra of Monohydric Alcohols.** Dataset Pap. Chem., v. 2013, p. 1-6, 2012.

GOLDEMBERG, J. **Ethanol for a Sustainable Energy Future.** Science, v. 315, p. 808–810, 2007.

KÜÜT, A.; RITSLAID, K.; KÜÜT, K.; ILVES, R.; OLT, J. **State of the Art on the Conventional Processes for Ethanol Production.** In: Ethanol. Elsevier Inc, 2019. p. 61-101.

LI, X.; CHEN, S.; YU, Y.; WANG, S.; XU, Z.; HUANG, H.; JIN, M. **Ethanol production from mixtures of Distiller's Dried Grains with Solubles (DDGS) and corn.** Ind. Crops Prod, v. 129 p. 59- 66, 2019.

MILANEZ, A. Y.; NYKO, D.; VALENTE, M. S.; XAVIER, C. E. O.; KULAY, L. A.; DONKE, C. G.; MATSUURA, M. I. S. F.; RAMOS, N. P.; MORANDI, M. A.; BONOMI, A. CAPITANI, D. H. D.; CHAGAS, M. F.; CAVALETT, O.; GOUVEIA, V. L. R. **A produção de etanol pela integração do milho-safrinha às usinas de cana-de-açúcar : avaliação ambiental , econômica e sugestões de política.** Revista BNDES, v. 41, p. 147–208, 2014

PALMER J. J. **How to brew.** 3 ed. Brewers Publications, 2006.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S. **Introduction to Spectroscopy.** Cengage Learning, 4th ed. 2010.

SANTANA, N. B. **EFICIÊNCIA DA HIDRÓLISE DE AMIDO DE MANDIOCA POR DIFERENTES FONTES DE ENZIMAS E RENDIMENTO DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA PARA PRODUÇÃO DE ETANOL.** 2007. 104 f. Universidade Federal de Viçosa. 2007.

SILVA, C. G. M. DA; ANDRADE, S. A. C.; SCHULER, A. R. P.; SOUZA, E. L. DE; STAMFORD, T. L. M. **Production of ethanol from mesquite [*Prosopis juliflora* (SW) D.C.] pods mash by *Zymomonas mobilis* in submerged fermentation.** Sci. Agric., v. 68, p. 124-127, 2017.

SMALLEY, R. E. **Future Global Energy Prosperity: The Terawatt Challenge.** MRS Bulletin, v. 30, p. 412–417, 2005.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; QI, X. **Starch structure and digestibility Enzyme-Substrate relationship.** World Poultry Science Association, v. 60, p. 186–195, 2004.

WALKER, G. M.; WALKER, R. S. K.; DUSSAP, C. G.; POUGHON, L. **Enhancing Yeast Alcoholic Fermentations.** Advances in Applied Microbiology, v. 105, p. 63-279, 2019.

WANG, D.; MA, X.; YAN, L.; CHANTAPAKUL, T.; WANG, W.; DING, T.; YE, X.; LIU, D. **Ultrasound assisted enzymatic hydrolysis of starch catalyzed by glucoamylase: Investigation on starch properties and degradation kinetics.** Carbohydr. Polym, v. 175, p. 47-54, 2017.

WANG, L.; YORK, S. W.; INGRAM, L. O.; SHANMUGAM, K. T. T. **Simultaneous fermentation of biomass-derived sugars to ethanol by a co-culture of an engineered *Escherichia coli* and**

Saccharomyces cerevisiae. Bioresour. Technol., v. 273, p. 269-276, 2019.

YU, J.; XU, Z.; LIU, L.; CHEN, S.; WANG, S.; JIN, M. **Process integration for ethanol production from corn and corn stover as mixed substrates**. Bioresour. Technol., v. 279, p. 10-16, 2019.

SÍNTESE DE SUPERFÍCIES NANOESTRUTURADAS À BASE DE POLIANILINA

Data de submissão: 04/11/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Ítalo Gustavo de Lira Moura

Universidade Federal de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/9121151433830100>

Gabriel Galdino Gadelha

Universidade Federal de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/1900530349252320>

Liandra Roberta Pinho da Cunha Coutinho

Universidade Federal de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/7895352248231548>

Washington Andrade da Cunha Coutinho Filho

Universidade Federal de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/1215611870229483>

Renata Miranda Gomes

Universidade Federal de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/9969313804729938>

Rosa Fireman Dutra

Universidade Federal de Pernambuco

Recife – Pernambuco

<http://lattes.cnpq.br/3335497739195055>

RESUMO: O uso de polímeros condutores na tecnologia de sensores consiste na modificação do eletrodo para melhorar a seletividade, diminuir as interferências e funcionar como uma matriz de imobilização de moléculas. Diversos sensores baseados na transdução eletroquímica foram desenvolvidos com eletrodos modificados pela polianilina (PANI). A aplicação da PANI no desenvolvimento de biossensores eletroquímicos tem sido frequentemente relatada devido às propriedades únicas do polímero, como sua alta condutividade, estabilidade a longo prazo, além da solubilidade em meio aquoso e procedimentos sintéticos fáceis de obtenção de espessura controlável em síntese no eletrodo sensor. A PANI, devido a sua reversibilidade redox pode atuar como mediadores na transferência de elétrons em reações redox ou enzimáticas. As principais técnicas para confecção de filmes finos e condutores são: *Spin-Coating*, *Dip-Coating*, *Drop-Casting*, *Layer-By-Layer* e *Eletropolimerização in situ*. Neste trabalho, foram estudadas as influências dos métodos de síntese e dos meios de polimerização, empregando eletropolimerizações *in situ* da PANI. A técnica de voltametria cíclica foi utilizada para caracterização do filme obtido sobre o eletrodo imerso em sonda redox, submetido a uma janela de potencial de -0,2 V a 0,6 V, com velocidade de varredura de 50 mV

s-1. Foi investigada a eletropolimerização em pH neutro, ácido e básico. Observou-se que a eletropolimerização em meio ácido (pH 4) resultou na PANI em seu estado condutor (esmeraldina). Diferentes concentrações do monômero foram avaliadas de modo a obter filmes com melhor performance. Foi encontrada a concentração de aproximadamente 95 mM (pH 4) como ótima. Estes estudos indicam a versatilidade da PANI na construção de sensores eletroquímicos com diferentes formas, tamanhos e condutividade relativa.

PALAVRAS-CHAVE: Polianilina, biossensores, polímeros condutores, eletropolimerização.

NANOSTRUCTURED SURFACE SYNTHESIS BASED ON POLYANILINE

ABSTRACT: Conductive polymer use applied to sensor technology consist of modifying the electrode in order to improve selectivity, reduce the interfering, acting also as an immobilizing agent. Several sensors based on electrochemical transduction have been developed with polyaniline modified electrodes (PANI). The application of PANI in the development of electrochemical biosensors has often been reported due to the unique properties of this polymer, such as high conductivity, long term stability, aqueous solubility and easy synthetic procedures to obtain a controlled thickness synthesis on the sensor electrode surface. Due to the high redox reversibility, the PANI can act as a mediator in electron transfer in redox or enzymatic reactions. The main techniques for preparation of thin and conductive films are: *Spin-Coating*, *Dip-Coating*, *Drop-Casting*, *Layer-By-Layer* and *in situ* Electropolymerization. The influences of synthesis methods and polymerization media were studied, using *in situ* electropolymerizations. The cyclic voltammetry technique was applied to characterize the film obtained by using an electrode immersed in the redox probe, submitted to a potential window of -0.2 V to 0.6 V, at 50 mV s⁻¹ scan rate. Electropolymerizations at neutral, acidic and basic pH were investigated. It was observed that the electropolymerization in acid medium (pH 4) resulted in PANI with conductive proprieties (Emeraldine). Different monomer concentrations were evaluated in order to obtain films with better performance. It was found a concentration of approximately 95 mM (at pH 4) as an optimal. These studies indicate the versatility of PANI for electrochemical sensor applications with different shapes, sizes, and relative conductivity.

KEYWORDS: polyaniline, biosensors, conductive polymers, electropolymerization.

1 | POLÍMEROS CONDUTORES

Estruturalmente, definem-se polímeros condutores como macromoléculas formadas por uma cadeia principal, onde nela contém as ligações simples e duplas alternadas, ou conjugadas. Nas ligações ditas como simples (σ), tem-se elétrons fortemente ligados, e como consequência disso uma maior estabilidade quanto a sua localização. Já as ligações conjugadas (π) apresentam menor força no seu par de elétrons, essa característica lhes permitem uma maior mobilidade que resulta, na

estrutura geral, o surgimento de orbitais estendidos. São os polímeros condutores que apresentam essa estrutura, apresentando um forte caráter condutor desde que sua estrutura seja submetida a um processo de dopagem (remoção ou adição de elétrons), gerando assim uma vacância que irá proporcionar um espaço vazio permitindo o salto do elétron de uma camada inferior para ocupar essa vacância. Este movimento permite a condução elétrica em polímeros conjugados, garantindo assim a característica de condutividade dos polímeros condutores [15].

O uso de polímeros condutores na tecnologia de sensores consiste na modificação do eletrodo para melhorar a seletividade, diminuir as interferências e funcionar como uma matriz para moléculas. Todos os princípios eletroquímicos de transdutores podem ser aplicados com eletrodos modificados com polímeros condutores. A fim de alcançar a fabricação de filmes ultrafinos para a construção desses nanodispositivos bem como sua caracterização, as pesquisas em eletrônica orgânica têm crescido nos últimos anos graças às promessas de vantagens referentes a um especial comportamento químico e elétrico dos materiais orgânicos. Dentre tais materiais, os polímeros condutores acabam por encontrar-se em um lugar de destaque por sua flexibilidade e, em especial seu baixo custo. Podem ser sintetizados eletroquimicamente a partir de um maior controle dos parâmetros de síntese, dentre estes polímeros condutores, destacam-se entre outros o Poliacetileno, Polipirrol, Politiofeno, Poli (p-fenileno) e a Polianilina (GOSH et al., 2016).

A polianilina é um polímero linear conformado de monômero de anilina, o qual pode existir em um número de estados de oxidação, os seus anéis podem existir nas formas benzenóides e quinoides (**Figura 1**). A PANi pode ocorrer em diferentes estados de oxidação, dos quais a forma esmeraldina (50 % oxidada) é a mais estável e é a única forma redox que se torna condutivo no estado dopado. Esta forma base esmeraldina (isolante) pode reagir com ácidos fortes resultando assim na forma sal esmeraldina condutora (**Figura 2**).

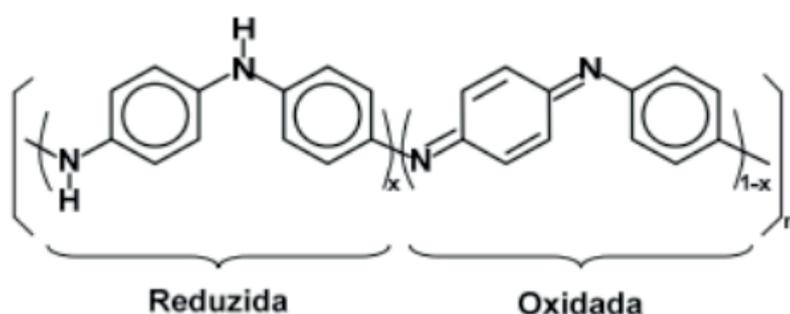


Figura 1. Estrutura geral da Polianilina (PANI), mostrando as unidades reduzidas (ganha elétrons) e oxidadas (perde elétrons).

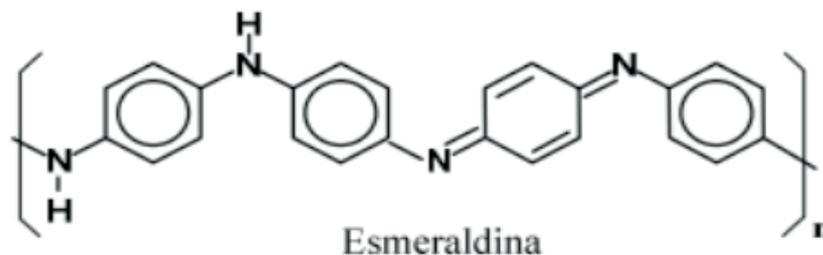


Figura 2. Esquema da composição geral da PANI indicando a unidade Esmeraldina.

2 | TÉCNICAS DE DEPOSIÇÃO DE FILMES POLIMÉRICOS

As técnicas de produção de filmes finos têm sido aplicadas para diversos fins, como o uso em sensores, displays, dispositivos optoeletrônicos e híbridos eletrônicos. A homogeneidade, estabilidade e reprodutibilidade dos filmes confeccionados são essenciais para a manutenção das propriedades e da funcionalidade dos mesmos. Entretanto, para conferir uma boa qualidade na formação desses filmes são necessários observar alguns fatores como o uso do solvente, concentração do soluto e escolha da técnica de deposição do filme [7].

Novas rotas de síntese de filmes finos são estudadas para que seja possível alcançar filmes homogêneos de boa espessura e com alta eficiência no transporte de carga, nesse sentido se faz necessário a compreensão de todos os aspectos envolvidos nas técnicas de deposição de filmes finos para que se faça bom uso das características inerentes a cada método. As principais técnicas para confecção de filmes finos e condutores são: Spin-Coating, Dip-Coating, Drop-Casting, Layer-By-Layer (L-b-L) e Eletropolimerização [3].

- Spin- Coating - É uma técnica comumente utilizada para produzir um filme de espessura uniforme. A técnica se baseia em gotejar a solução a ser testada sobre um substrato que é levado ao spin- coater, este equipamento é responsável por girar o substrato em alta rotação retirando o excesso de filme da superfície, permanecendo apenas uma fina camada.
- Dip-Coating - É uma técnica simples que consiste em mergulhar o substrato no filme por algum tempo, podendo ser necessários várias imersões. A espessura do filme é controlada pela velocidade com que o substrato é retirado da solução. Em seguida o substrato é deixado para que ocorra a evaporação do solvente.
- Drop-Casting- É feita pela deposição do filme na superfície do substrato que é deixado para secar em ambiente controlado. Após a evaporação do solvente, o filme permanece.
- Layer-By-Layer (L-b-L) - Esta técnica também conhecida por LB consiste na formação de multicamadas organizadas na superfície de um substrato, através da deposição de monocamadas. Essas camadas interagem entre si, através de ligações químicas conferindo propriedades desejadas ao substrato modificado.

- Eletropolimerização ou Polimerização Eletroquímica - É uma técnica versátil de síntese de polímeros condutores, na qual consiste no uso de um sistema trieletródico (Contra eletrodo, eletrodo de referência e eletrodo de trabalho), uma solução monomérica dissolvida em um solvente apropriado e um agente dopante. Faz-se uso de um potenciostato (potencial constante) para a produção de filmes finos. A eletropolimerização ocorre em três diferentes etapas: Oxidação do monômero, deposição de oligômeros seguida de nucleação e crescimento do filme e em terceiro estágio a formação de longas cadeiras poliméricas [3].

Técnica de Deposição	Vantagens	Desvantagens	Referências
Spin Coating	Rapidez, Produção de filmes uniformes	Perda de grande parte do material, baixo custo	[2]
Dip Casting	Simples, rápida	Falta de controle na determinação da espessura do filme	[23]
Drop Casting	Simples, filmes uniformes e espessos	Não produz filmes de baixa espessura	[3]
Layer-By-Layer (L-b-L)	Filmes auto-organizados, controle sobre a espessura do filme	Tempo de preparação	[3]
Eletropolimerização	Deposição direta dos polímeros, formação de filmes finos, espessura e condutividade podem ser controladas	Alto custo (Potenciostato)	[20]

Tabela 1-Comparação entre as principais técnicas de deposição de filmes finos

3 | CARACTERIZAÇÃO DOS FILMES POLIMÉRICOS

Caracterização Eletroquímica

A caracterização eletroquímica é feita através de diversas técnicas de eletroanálise, uma delas é a voltametria cíclica. A voltametria cíclica obtém informações qualitativas e quantitativas de uma espécie química. Consiste em aplicar um potencial que gera uma corrente resultante num sistema trieletródico, composto por um contra eletrodo, um eletrodo de referência e um eletrodo de trabalho, onde será testada a solução do filme. O voltamograma é o gráfico do resultado da geração de corrente resultante ao potencial que foi aplicado na solução [1].

Uma outra técnica de caracterização eletroquímica para avaliação das propriedades redox de um filme é a voltametria de onda quadrada. É uma técnica mais rápida e mais sensível. Uma onda quadrada simétrica é superposta sobre uma rampa de potencial, que possui a forma de degrau. O pulso reverso da onda quadrada surge na metade do gráfico em degrau. A amplitude do pulso aplicado é dada em mV.

E discrimina a corrente capacitiva quando ocorre a sua diminuição mais rapidamente e obtendo a corrente ao final do pulso [1].

Caracterização Estrutural

Para análise da estrutura química dos filmes são comumente utilizadas duas técnicas. A primeira delas é a espectroscopia Raman que é muito utilizada para obter características do material usado e sobre o grau de desordem do mesmo. A espectroscopia analisa a relação da radiação eletromagnética com a matéria e assim consegue avaliar as vibrações que ocorre entre as moléculas. O gráfico do resultado da espectroscopia mostra as bandas presentes nas ligações químicas de que são compostos os filmes [5].

A segunda técnica é a espectroscopia vibracional de absorção do infravermelho tem a função de identificar os grupos funcionais pertencentes a amostra estudada. Avalia a interação entre as moléculas, pois são elas que determinam as propriedades do filme produzido [11].

Caracterização Morfológica

A Microscopia óptica é largamente aplicada para caracterizar morfológicamente a superfície de eletrodos modificados por filmes poliméricos. Técnicas como o Microscopia eletrônica de varredura e a Microscopia de Força Atômica. Essas técnicas têm como objetivo a varredura da superfície do filme por uma ponta ou sonda, destacando a morfologia e alterações físicas dos filmes. Podem ser analisados também as interações que ocorrem entre os átomos presentes na ponta da sonda e na superfície da amostra estudada [11].

4 | UTILIZAÇÃO DA POLIANILINA (PANI) EM BIOCENSORES

A PANI exibe propriedades oscilantes entre um estado isolante e um condutor (CHAUHAN, 2019), devido a isso suas propriedades estruturais, mecânicas, físicas e químicas podem ser melhoradas combinando-as com uma matriz de diferentes métodos como enxerto, mistura e fabricação de compósitos com biomoléculas, polímero, óxidos metálicos, entre outros; e diversos nanocompósitos por meio de ligações covalentes de grupos laterais funcionais, como amida e ácido carboxílico, tornando-o adequado para outras modificações e possibilitando posterior imobilização de biomoléculas. Mesmo após a modificação, o material mantém sua nanomorfologia e suas características intrínsecas. Além da modificação, a funcionalização aprimora a seletividade (LAHIFF; SCARMAGNANI; SCHAZMANN, 2010), a eletroatividade, a área de superfície e oferece a capacidade de alternar entre diferentes estados redox (FLOREA; LAHIFF; DIAMOND, 2011).

A aplicação da PANI no projeto e desenvolvimento de biossensores

eletroquímicos tem sido frequentemente relatada devido às propriedades únicas do polímero, como sua alta condutividade, reversibilidade redox, estabilidade ambiental a longo prazo, alta capacidade do processo de solução e procedimentos sintéticos fáceis com uma espessura controlável no eletrodo sensor (MOUSA; AGGAS; GUISEPPI-ELIE, 2019), além disso seu uso é destacado pela sua excelente função mediadora para transferência de elétrons em reações redox ou enzimáticas. Este fenômeno é possivelmente devido à inerente eletroatividade do PANI (SHOAIE; FOROUZANDEH; OMIDFAR, 2018).

As superfícies sensoras baseadas em PANI, alcançaram um patamar diferenciado na fabricação e desenvolvimento da pesquisa com biossensores. Em estudo realizado por Aghamiri, Mohsennia e Rafiee-Pour (2019), um eletrodo modificado composto por filme de polímero condutor de bicamada de polianilina/polipirrol (PANI/PPY), nanotubos de carbono de paredes múltiplas (cMWCNTs) e eletrodo de carbono vítreo (GCE) foi construído e examinado quanto à sua potencial aplicabilidade no biossensor amperométrico. O filme produzido exibiu picos redox bem definidos com potencial formal e separação pico a pico $-0,338$ V e $0,068$ V (vs. Ag/AgCl, 3M KCl), respectivamente. A concentração de cobertura superficial de Cyt c foi estimada em $8,0 \times 10^{-9}$ mol cm $^{-2}$, mostrou uma sensibilidade de $101,6$ μ A mM $^{-1}$, com um limite de detecção de $0,1$ μ M em uma faixa de resposta linear de 1 a 370 μ M. De acordo com os resultados obtidos, o nanocompósito poderia atuar como um promotor de carga para facilitar a transferência direta de elétrons entre Cyt c imobilizado e GCE, oferecendo um alto potencial para aplicação em biossensores amperométricos de terceira geração. Em outro estudo, Zhai et al. contruíram um nanobiossensor enzimático para reconhecimento de glicose, utilizando o composto de hidrogel de platina (Pt) e PANI, pelo qual apresentou uma alta sensibilidade de $96,1$ μ A mM $^{-1}$.cm $^{-2}$, com um tempo médio de resposta de 3 s, uma ampla faixa linear de 0,01 a 8 mM e um limite baixo de detecção de $0,7$ μ M. Também, Dhand et al. projetaram um nanobiossensor baseado em filme nanocompósito PANI e cMWCNTs para quantificação de colesterol. Os resultados indicaram que o biossensor pode detectar colesterol na concentração faixa de 1,29 a 12,93 mM com sensibilidade e resposta tempo de 6800 nA mM $^{-1}$ e 10 s, respectivamente. Em 2019, Mo et al. Projetou um imunossensor usando a PANI, Nanopartículas de ouro (AuNPs) e grafeno reduzido (rGO) modificados como plataforma. O anticorpo monoclonal coli O157: H7 (Ab1) foi adicionado à plataforma e imobilizado automaticamente no filme através da interação amina e AuNPs. O imunossensor apresentou ampla faixa linear ($8,9 \times 10^3$ a $8,9 \times 10^9$ UFC.mL $^{-1}$) e limite de detecção $2,84 \times 10^3$ UFC.mL $^{-1}$. Portanto, esse biossensor foi considerado um sistema ideal para a detecção de E. coli e também é facilmente adaptável ao ensaio de outras espécies bacterianas. Para além do uso na saúde, estudos demonstram a eficácia de superfícies sensoras baseados em PANI na indústria alimentícia. Em 2014, Yang et al. construíram um nanosensor amperométrico para determinação de sulfito em amostras reais. Este sensor foi projetado com base no Eletrodo de Carbono Vítreo modificado com hexacianoferrato de cobre revestido

com PANI (PANI/CuHCF/GCE) que apresentaram maior eletrocatalítica atividade e estabilidade adequada à oxidação do sulfito com limite de detecção $0,6 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Mediante os inúmeros estudos relacionados ao uso da PANI, este trabalho teve como objetivo a otimização do filme de PANI visando aplicação em diagnósticos sorológicos. Para isso foram investigadas as seguintes figuras de mérito: condutividade, estabilidade e biocompatibilidade.

5 | EXPERIMENTAL

A formação e caracterização do filme condutor foi realizado de acordo com as seguintes etapas: Limpeza do eletrodo de trabalho; Deposição do filme PANI e estudo de pH; Preparo de solução tampão; Estudo de concentração e deposição do filme PANI. Todas as etapas descritas adiante foram realizadas a partir de um rigor metodológico baseado nas principais literaturas da área e análises prévias do polímero. Para realização do experimento foram utilizados Eletrodos de Carbono Vítreo (ECV), Anilina (Sigma-Aldrich), Tampão Fosfato a 2 mM e Ácido Sulfúrico (P.M. 98,079 g/mol) a 1 mM.

Limpeza do eletrodo de trabalho

Antes de efetuar a deposição do filme polimérico na superfície do eletrodo, se faz necessário submeter à superfície do ECV ao procedimento de limpeza mecânica a partir de protocolo padrão. Neste procedimento, a superfície do eletrodo foi polida em um tecido aveludado embebido em alumina, o processo foi repetido em diferentes concentrações de alumina ($0,5\mu$, $0,3\mu$ e $0,1\mu$ respectivamente) utilizando movimentos em forma de infinito (∞) durante 2 minutos. Para verificação da remoção de resíduos da superfície sensora foram registrados voltamogramas cíclicos em sonda de $\text{Fe}(\text{CN})^{63+}/\text{Fe}(\text{CN})^{64+}$ à 0,005 M. Nos voltamogramas cíclicos obtidos foram analisadas as diferenças entre as voltagens de pico e valor da corrente anódico e catódico (I_{pa} e I_{pc} , respectivamente).

As medidas eletroquímicas foram realizadas em um sistema tri-eletródico composto por eletrodo de trabalho (eletrodo de carbono vítreo, diâmetro= 2 mm), pelo eletrodo de referência (eletrodo de Ag/AgCl) e pelo eletrodo auxiliar ou contra-eletrodo (fio helicoidal de platina). Todas as aquisições eletroquímicas foram realizadas utilizando o potenciostato Autolab PGSTAT204 (Metrohm), controlado pelo software NOVA 2.1. Para estudo da plataforma sensora, foram utilizadas a Voltametria Cíclica (VC), analisando a construção e o funcionamento por meio das técnicas. Na VC foi utilizada janela de potencial de -0.2 a 0.6 V, velocidade de varredura de $50 \text{ mV}\cdot\text{s}^{-1}$ e passo de 10 mV.

Deposição do filme de polianilina (PANI) e estudo de pH's (ácido, neutro e alcalino)

Após a limpeza do ECv, um filme PANI foi polimerizado eletroquimicamente sobre a superfície sensora. Afim de se obter a forma mais condutora do filme polimérico, que consiste na forma sal esmeraldina (SE), foram feitas soluções com diferentes valores de pH: ácido (pH = 4), básico (pH = 9) e neutro (pH = 7), com o intuito de reagir com anilina e através da eletropolimerização efetuar a deposição do filme sobre o eletrodo.

6 | PREPARO DA SOLUÇÃO TAMPÃO

As soluções com diferentes pH's foram obtidas por meio de solução tampão fosfato. Para o pH 4, a preparação do tampão foi realizada a partir de um protocolo padrão obtendo-se uma solução final de 200ml. Desses, 90 ml consistiu em solução monofásica e 10 ml solução bifásica, seguida da adição de 100ml de água desionizada, resultando em uma solução com pH = 5,9. Com o objetivo de alcançar o pH ácido (pH 4), adicionou-se à solução preparada, ácido sulfúrico a 0,1M de modo gradativo e acompanhado pelo pHmetro (medidor de pH de bancada – pH PLUS) até se atingir o pH = 4. Para a solução com pH = 7 com 200 ml de solução, foi realizada uma mistura contendo 39 ml de solução monofásica e 61 ml de solução bifásica, em seguida 100ml de água desionizada foram adicionados. Neste pH não foi necessário ajustes uma vez que o valor fixo de 7 é conseguido a partir dessas medidas já estabelecidas em protocolo. Na solução com pH=9 foi adicionado 5,3 ml de solução monofásica e 94,7 ml de solução bifásica, adicionado a 100 ml de água desionizada, dessa maneira obteve-se uma solução final de pH = 8, a partir disso a solução foi alcalinizada com hidróxido de sódio de 0,1 M até se atingir um pH alcalino (pH 9).

Após obter as soluções, adicionou-se anilina a cada uma delas para realização da eletropolimerização. Foi constatado que o filme polimérico que apresentou melhor condutância referiu-se à solução com o pH mais baixo, ou seja, pH = 4. Conseqüentemente a esse resultado a confecção e estudo de estabilidade do filme polimérico passou a ser realizado em meio ácido, mais precisamente em ácido sulfúrico (H_2SO_4) devido a sua eficácia verificada em outros estudos de polimerização com o PANi.

Deposição do filme de polianilina (PANI) e estudo de concentração

Uma vez estabelecido o meio mais condutor para formação do filme, realizou-se a eletropolimerização da PANI em diferentes concentrações. Com base em estudos pré-estabelecidos, utilizou-se as diferentes concentrações de 56 mM, 76 mM, 97 mol/L e 117 mM.

As influências dos métodos eletroquímicos de polimerização e dos meios de

polimerização foram analisadas para otimização da construção do filme polimérico de PANI. Sendo assim, foram investigados a eletropolimerização em diferentes concentrações em meio ácido, tal como os valores da voltametria cíclica da superfície após a deposição do filme. Os seguintes métodos de eletropolimerização foram investigados: (1) Através da voltametria cíclica realizou-se a leitura do eletrodo após limpeza, para isso foi colocado o ECV imerso em uma sonda de $\text{Fe}(\text{CN})^{63+}/\text{Fe}(\text{CN})^{64+}$ à 0,005 M e foi submetido a uma janela de potencial de -0,2 a 0,6 V, com velocidade de varredura de 50 mV s^{-1} durante 3 ciclos; (2) Após verificar, por valores obtidos na literatura, que o eletrodo estava limpo, foi feita a deposição do filme PANI por eletropolimerização com as diferentes concentrações da seguinte forma: ECV foi imerso em uma solução 56 mM de anilina preparada em solução de 18,1 M de H_2SO_4 e submetido à 8 ciclos voltamétricos na janela de potencial de -0,2 a 0,8 V, com velocidade de varredura de 20 mVs^{-1} (CHEN; YAU, 2014). O procedimento (2) foi repetido com solução de diferentes concentrações de anilina e verificamos uma concentração que apresentava maior condutividade, como mostraremos nos resultados mais adiante.

Utilizando o método de eletropolimerização, o ECV modificado com PANI foi submetido a um estudo de transferência de elétrons através da variação da velocidade de varredura voltamétrica (10 a 150 mV.s^{-1}) em sonda de $\text{Fe}(\text{CN})^{63+}/\text{Fe}(\text{CN})^{64+}$ à 0,005 M. Para verificação do comportamento difusional do filme de PANI sobre o ECV, os valores do pico anódico I_{pa} e do pico catódico foram plotados em relação a raiz quadrada da velocidade de varredura.

A estabilidade do filme de PANI foi avaliado através da polimerização no ECV, executando VC em 30 ciclos em uma janela de potencial de -0,2 V a 0,6 V, a uma velocidade de varredura de 50 mV.s^{-1} . O coeficiente de variação (CV%) dos picos de corrente de cada eletrodo foi calculado com o objetivo de avaliada sua estabilidade e reprodutibilidade operacional. O coeficiente de variação para o I_{pa} foi de 4% e para o i_{Pc} foi de 2%. Como os valores de corrente catódico e anódico estão abaixo de 5%, infere-se que o filme encontra-se estável.

7 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos para o trabalho, abordando discussões e análises/avaliação dos métodos empregados para a obtenção dos resultados do sistema em estudo.

Com base nos dados resultantes experimentalmente, infere que em relação à comparação do perfil eletroquímico de síntese do filme de PANI submetidos a diferentes valores de pH, o voltamograma demonstrativo do gráfico na **Figura 3** analisa a altura dos picos de corrente anódica (*inset*), pelo qual observa-se que o filme de PANI polimerizado em $\text{pH} = 4$ (ácido) apresentou uma melhor condutividade comparado aos meios básicos e neutros ($\text{pH} 9$ e $\text{pH} 7$, respectivamente). Diante do resultado a apresentado, foi escolhido e estudado uma solução ácida capaz de tornar o

perfil apropriado para a síntese do polímero. Desse modo, o ácido selecionado para a eletropolimerização da PANI e realização dos experimentos subsequentes foi o ácido sulfúrico (H_2SO_4).

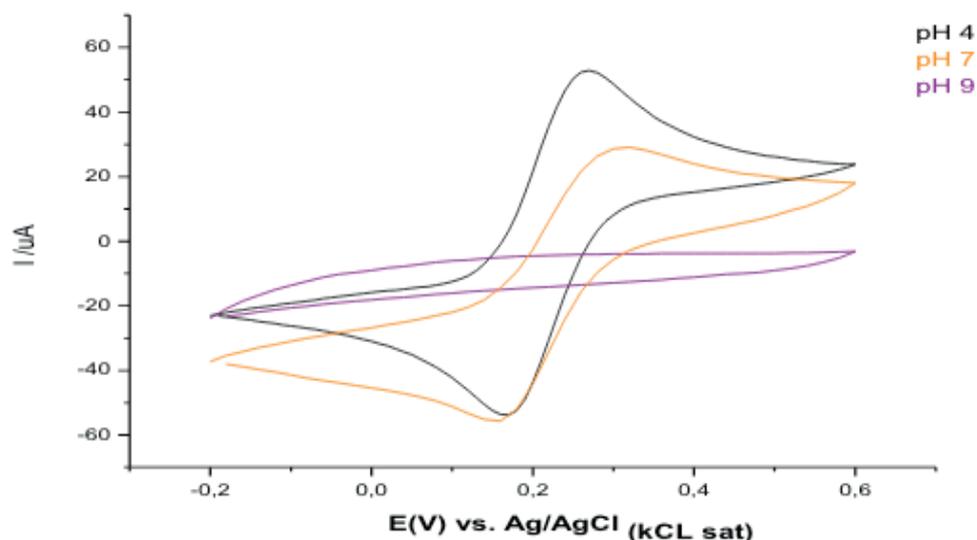


Figura 3. Voltamograma demonstrativo das medidas em pH 4, pH 7 e pH 9. Medidas realizadas em $\text{K}^3[\text{Fe}(\text{CN})_6] / \text{K}^4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (0.005 mol L^{-1}) solução preparada em KCl (0.1 mol L^{-1}) com velocidade de varredura de 0.05 V s^{-1} .

Quanto ao estudo da formação do filme em meio ácido (H_2SO_4) para diferentes concentrações do monômero da Anilina, no voltamograma demonstrativo da **Figura 4**, pode-se inferir que na concentração de $97,7 \text{ mM}$ obtivemos um valor ótimo com característica capacitiva, tendo em vista que a área da curva em rosa apresenta maior valor comparada as demais curvas. Os valores de picos anódicos e catódicos se mostram maiores também quando comparados as demais curvas (78 mM ; $97,74 \text{ mM}$; $119,46 \text{ mM}$), que mostra uma maior condutividade na concentração em questão.

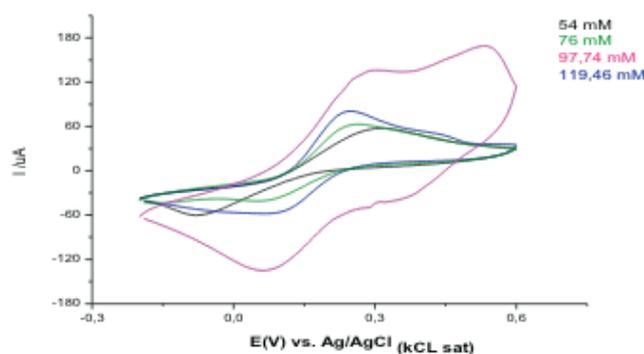


Figura 4. Voltamograma demonstrativo do uso da PANI com 54 mM – 76 mM – $97,7 \text{ mM}$ – $119,46 \text{ mM}$ em H_2SO_4 . Medidas realizadas em $\text{K}^3[\text{Fe}(\text{CN})_6] / \text{K}^4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (0.005 mol L^{-1}) solução preparada em KCl (0.1 mol L^{-1}) com velocidade de varredura de 0.05 V s^{-1}

Em relação ao estudo da estabilidade do filme PANI, demonstrado no

voltamograma da **Figura 5**, onde submeteu-se o ECV modificado com PANI a 30 ciclos voltamétricos consecutivos para verificar sua estabilidade em sonda de $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}/\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$, observa-se a repetição de um padrão entre as sucessivas medidas voltamétricas do ECV modificado com PANI, não existindo deslocamento considerável dos picos de oxidação e redução. O CV% calculado para o pico anódico (i_{pa}) e pico catódico (i_{pc}) foi de 4% e 2%, respectivamente, comprovando-se estabilidade do filme produzido, uma vez que os valores ideal/ótimo como resultado final é abaixo de 5% por pico.

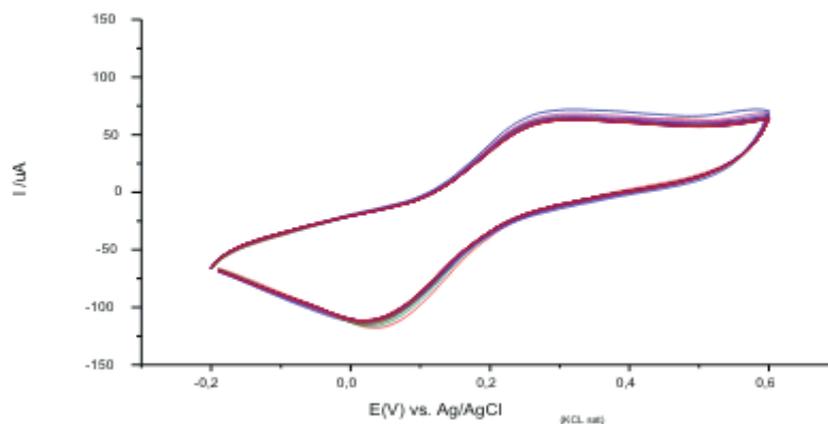


Figura 5. Teste de Estabilidade PANI. Medidas realizadas em $\text{K}^3[\text{Fe}(\text{CN})_6] / \text{K}^4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (0.005 mol L^{-1}) solução preparada em KCl (0.1 mol L^{-1}) com velocidade de varredura de 0.05 V s^{-1} em 30 ciclos. O coeficiente de variação para o i_{pa} foi de 4% e para o i_{pc} foi de 2%.

Já na **Figura 6**, referente ao estudo de velocidade de varredura no intervalo de 10 mV.s^{-1} a 150 mV.s^{-1} a cada 10 mV.s^{-1} , observa-se que foram obtidos resultados dos coeficientes de correlação linear de 0,9857 e 0,993 para os picos de corrente anódica e catódica, respectivamente (**inset**). Tal resultado é satisfatório e desejável para um sistema reversível, pelo qual a intensidade do pico anódico aumenta linearmente com o aumento da velocidade conforme com a equação de Randles Sevcik (equação 1).

Equação 1.

$$i_p = 0.4463 nFAc \left(\frac{nFvD}{RT} \right)^{\frac{1}{2}}$$

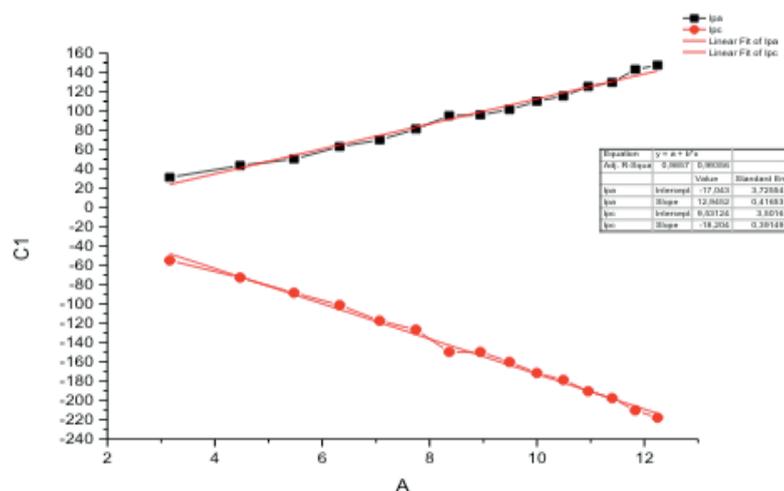


Figura 6. Velocidade de varredura de 10 mV a 150 mV em H₂SO₄. Medidas realizadas em K³[Fe(CN)₆]/K⁴[Fe(CN)₆] (0.005 mol L⁻¹) solução preparada em KCl (0.1 mol L⁻¹).

8 | CONCLUSÕES

Conclui-se com o estudo que a formação do filme polimérico de polianilina (PANI) em solução de Ácido Sulfúrico (pH4) possibilita o desenvolvimento de uma plataforma sensora altamente condutiva, vislumbrando a sua utilização em futuros dispositivos capazes de quantificar marcadores cardíacos para um diagnóstico rápido, prático e acessível aos profissionais e usuários. Além disso, também como perspectiva futura, a adição de nanomateriais como coadjuvantes na condução elétrica proporcionada pelo filme, irá impor novas e melhores formas de condutância e reconhecimento nos dispositivos.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, L.M. Voltametria: Conceitos e Técnicas. **Universidade Estadual de Campinas**, Instituto de Química, 2003.

ALMEIDA, L.C.P. Filmes Finos multicamadas de polímeros condutores, nanotubos de carbono e fulerenos modificados para aplicação na conversão de energia solar. (Tese) **Universidade Estadual de Campinas**, 2012.

CAVALLINI, M. Status and perspectives in thin films and patterning of spin crossover compounds. **Phys Chem Chem Phys**. Sep 14;14(34):11867-76, 2012.

Chauhan, N.P.S. Chapter 11 - Functionalized polyaniline and composites. In: MOZAFARI, M. and Chauhan, N.P.S. **Fundamentals and Emerging Applications of Polyaniline**. Elsevier, 2019. p. 177-201~

Deposição e Caracterização de Filmes, **PUC-Rio**, Certificação Digital: 9924963/CA<http://www2.dbd.

DHAND, C. et al. **Polyaniline-based biosensors**. *Nanobiosensors in Disease Diagnosis*. vol. 4, p. 25–46, 2015

Diao, Y., Shaw, L., Bao, Z., & Mannsfeld, S. C. B. (2014). **Morphology control strategies for solution-processed organic semiconductor thin films**. *Energy and Environmental Science*, 7(7), 2145-2159.

FARZIN, L. et al. **Recent advances in designing nanomaterial based biointerfaces for electrochemical biosensing cardiovascular biomarkers**. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2018.

FLOREA, L.; LAHIFF, E.; DIAMOND, D. **Modified polyaniline nanofibres for ascorbic acid detection**, in: Conference Paper in MRS Online Proceeding Library Archive, vol. 1312, p. 131–5, 2011.

GHOSH, S. et al. **Nanostructured Conducting Polymers for Energy Applications: Towards a Sustainable Platform**. *Nanoscale*, 2016.

JÚNIOR, C.V.C. Técnicas de Caracterização de Polímeros. São Paulo: **Artliber Editora**, 2003.

LAHIFF, E.; SCARMAGNANI, S.; SCHAZMANN, B.; DIAMOND, D. **Covalent attachment of functional side-groups to polyaniline nanofibres**, *International Journal of Nanomanufacturing*. vol. 5, n.1, p.88-99, 2010

LIU, P. et al. **Two-dimensional polyaniline nanostructure to the development of microfluidic integrated flexible biosensors for biomarker detection**. *Biomed Microdevices*. v. 18, n. 113, 2016.

MASSA, K.H.C. et al. **Análise da prevalência de doenças cardiovasculares e fatores associados em idosos, 2000-2010**. *Ciência e saúde coletiva*. v.24, n. 1, jan., 2019.

MEDEIROS, E.S. ; **Uso de Polímeros Condutores em Sensores**. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.7.2 N. 62 – 77, (2012)

MO, X. et al.. **A sensitive and regenerative electrochemical immunosensor for quantitative detection of Escherichia coli O157: H7 based on stable polyaniline coated screen-printed carbon electrode and rGO-NR-Au@ Pt**. *Anal Methods*. vol. 11, p.1475–1482, 2019

MOUSA, H.M.; AGGAS, J.R.; GUISEPPI-ELIE, A. **Electropolymerization of aniline and (N-phenyl-o-phenylenediamine) for glucose biosensor application**. *Materials Letters*. vol. 238, p. 267-2701, 2019

PADILLA, Ronald Marcos Arcos. **Estudo de transporte de carga de polímeros de polianilina**. 2011. Tese de Doutorado. PUC-Rio.

PICOLLI, J.P.; CILLI, E.M. **Validação de monocamadas peptídicas auto-organizadas com marcador redox no desenvolvimento de imunossensores capacitivos [tese]**. Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista: 2019

Sajid Iqbal, Sharif Ahmad, Recent development in hybrid conducting polymers: Synthesis, applications and future prospects, **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 60, p. 53-84, 2018.

SHOAI, N.; FOROUZANDEH, M.; OMIDFAR, K. **Voltammetric determination of the Escherichia coli DNA using a screen-printed carbon electrode modified with polyaniline and gold nanoparticles**. *Microchimica Acta*. vol. 185, p. 217, 2018

SOARES, E.C.L.; DUTRA, R.A.F. **Desenvolvimento de testes diagnósticos para Hepatite B baseados em imunossensores** [tese]. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências: Biotecnologia, 2016.

VITORINO, A.R.A.M. Estudo de técnicas de deposição de filmes finos poliméricos à base de silanos. (Dissertação) **Universidade Nova de Lisboa**, 2011.

World Heart Federation. The Brazil Declaration. 2016. [Cited in 2019 Abr 12]. Available from: <http://www.world-heart-federation.org/wcc-2016/theBrazil-declaration/United Nations>.

YANG, Y. et al. **Investigation of a polyaniline-coated copper hexacyanoferrate modified glassy. Electrocatalysis**. vol. 5, n. 4, p. 335–44, 2014

O IMPACTO DO RUÍDO EM ANIMAIS DE CATIVEIRO (O CASO DO JARDIM ZOOLOGICO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO, BRASIL)

Data de submissão: 10/11/2019

Data de aceite: 20/01/2020

Isabel Cristina Ferreira Ribeiro

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura,
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro-RJ.

<http://lattes.cnpq.br/1267545703976394>

RESUMO: O alcance e a magnitude da poluição sonora, causadas pelo homem, são frequentemente muito maiores do que as do ruído natural e preveem uma série de efeitos prejudiciais a vida dos animais. O presente artigo se propõe a analisar os danos causados aos animais de cativeiro pelos ruídos sonoros produzidos dentro de parques zoológicos, com estudo de caso no Jardim Zoológico da Cidade do Rio de Janeiro.

PALAVRAS-CHAVE: ruído, visitantes, bem-estar animal, comportamento, zoológico.

THE IMPACT OF NOISE ON CAPTIVE ANIMALS (THE CASE OF THE ZOO CITY OF RIO DE JANEIRO, BRAZIL)

ABSTRACT: The range and magnitude of man-made noise pollution are often much larger than natural noise and predict a number of

detrimental effects on animal life. This paper aims to analyze the damage caused to captive animals by the noise produced in zoos, with a case study in the Rio de Janeiro City Zoo.

KEYWORDS: noise, visitors, animal welfare, behavior, zoo.

1 | INTRODUÇÃO

Estudos da Sociedade Brasileira de Acústica (SOBRAC) indicam que, em seres humanos, a exposição a níveis de ruídos entre 60 e 115 dB estão relacionados ao desenvolvimento de quadros de hipertensão e infarto do miocárdio; Evolutivamente animais não humanos apresentam como característica intrínseca a sua natureza, uma acuidade sensorial muito maior do que a espécie humana, sendo, portanto, mais sensíveis a ruídos sonoros.

Pesquisas informam que a poluição sonora é o terceiro tipo de poluição mais comum. Os ruídos podem causar diversos danos à saúde, tanto físicos como psicológicos e não apenas em humanos, mas também em animais. Existem avaliações da poluição sonora nas cidades e parques, mas há carência destes em zoológicos onde os animais podem estar sofrendo estresse não apenas pelo confinamento, mas também pelos ruídos do ambiente.

Para diversos animais a comunicação sonora tem extrema importância, sendo que os sinais acústicos podem servir para expressar medo, alerta, estreitar laços entre indivíduos, atrair parceiros, navegação entre outros comportamentos (Resende, 2008). Os ruídos podem mascarar as vocalizações dos animais, interferindo em sua comunicação e conseqüentemente impedindo-os de realizar certos comportamentos, o que pode acarretar danos, podendo terminar em morte ou pode levá-los a buscar estratégias para tentar driblar esse problema.

Essas estratégias podem ser desde mudanças no horário da vocalização até mudanças na frequência, o que poderia com o tempo acarretar uma especiação (Lanzer, 2007; Resende, 2008). Estudos realizados entre 1970 e 1990 mostram que também em animais os ruídos causam problemas fisiológicos, sendo esses semelhantes aos causados em humanos, como o aumento da frequência cardíaca e alterações no metabolismo hormonal (Raddle, 1998).

Além disso, alterações de comportamento também são observadas e estas podem ocasionar lesões corporais, perda de energia, diminuição do consumo de alimento, evasão e abandono do habitat e perdas reprodutivas (Raddle, 1998).

Animais mantidos em zoológicos são privados de diversas situações que enfrentariam normalmente na natureza como a busca por alimento, abrigo e a fuga de predadores (Wielebnowski, 2003). Eles ficam limitados espacialmente em um ambiente estéril e imutável em comparação com a natureza, o tamanho e a configuração dos grupos sociais são limitados e mesmo o método de alimentação não é natural, sendo uma dieta fixa oferecida em determinado horário e local.

Além disso, muitos animais passam grande parte de seu tempo em áreas menores e estéreis do que aquelas onde são exibidos aos visitantes. Essa constante falta de estimulação acaba sendo estressante, trazendo conseqüências negativas ao bem estar dos animais, que vão desde o tédio a comportamentos estereotipados (Laule, 2003).

Além do confinamento, também os ruídos presentes no ambiente oriundos da visitação pública poderiam ser um fator gerador de estresse, que prejudicaria ainda mais o bem estar desses animais. Nos últimos anos, pouca atenção tem sido dirigida, no sentido de explorar o impacto da estimulação sensorial como um método de enriquecimento ambiental para animais em cativeiro. Entretanto, a investigação sobre o mérito de tais estímulos tem sido esporádicos e as conclusões de sua utilização obscuras.

2 | OBJETIVO

Analisar a qualidade do ambiente acústico dos parques zoológicos em relação aos efeitos nocivos que a poluição sonora causa em animais de cativeiro.

3 | MÉTODO

A metodologia para realização deste trabalho foi baseada em pesquisas bibliográficas e estudos na área de acústica, onde foi analisado o comportamento de oito espécies de mamíferos alojados em diferentes recintos da Fundação RIOZOO. Para coleta de dados foi utilizado um sonômetro digital, entre junho e dezembro de 2016.

Muitos estudos têm sido desenvolvidos sobre os distúrbios que a poluição sonora causa tanto em humanos quanto em animais. Trabalhos recentes sobre este tema centrou-se principalmente sobre as respostas comportamentais dos animais expostos ao ruído urbano.

Pesquisas científicas mostram que há correlação entre o canto de alguns pássaros e o ruído provocado pelo ser humano (Hu & Cardoso, 2010).

Outras pesquisas também apontam a influência dos ruídos provocados pelo homem na busca de alimentos por algumas aves, bem como a comunicação entre macho e fêmea (Slabbekoorn & Ripmeester, 2008; Brumm & Slabbekoom 2005).

Recentes estudos demonstraram que o barulho em níveis elevados afeta e lesiona áreas cerebrais específicas dos mamíferos, como as da memória e aprendizagem, de maneira irreversível.

Pesquisa de Santos et al. (1992) mostra que as reações derivadas diretamente do processo fisiológico de estresse, causadas pelos ruídos, podem repercutir no aparecimento e manutenção de doenças como:

- diminuição ou exagero da resposta imune;
- hipo ou hiperatividade endócrina;
- alteração do equilíbrio do controle autonômico;
- alteração dos padrões de sono e alterações das funções neurotransmissoras, neuromoduladoras e neuroendócrinas do cérebro.

Esses mesmos autores, realizando experimentos em laboratório com animais, comprovaram que o excesso de barulho altera o tamanho de várias glândulas endócrinas, altera o ritmo respiratório e origina variações na pressão sanguínea, bem como variações no ritmo cardíaco e dilatação de pupilas.

Entre os efeitos secundários e colaterais foram observados aumento da irritabilidade, ansiedade, náuseas, insônia, fadiga e cansaço, além da perda do apetite, diminuição da atividade sexual e o surgimento de estados pré-neuróticos (Santos et al., 1992).

3.1 Localização da área

O Jardim Zoológico Municipal do Rio de Janeiro (Figura 3) é parte integrante da Quinta da Boa Vista, local histórico e residência da família real portuguesa (1822–1889), próximo também ao Museu Nacional, localizado entre as estações de trem e metrô do Maracanã e São Cristóvão (Figura 4).



Figura 3: Entrada do Jardim Zoológico da cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: Acervo pessoal, 2016.

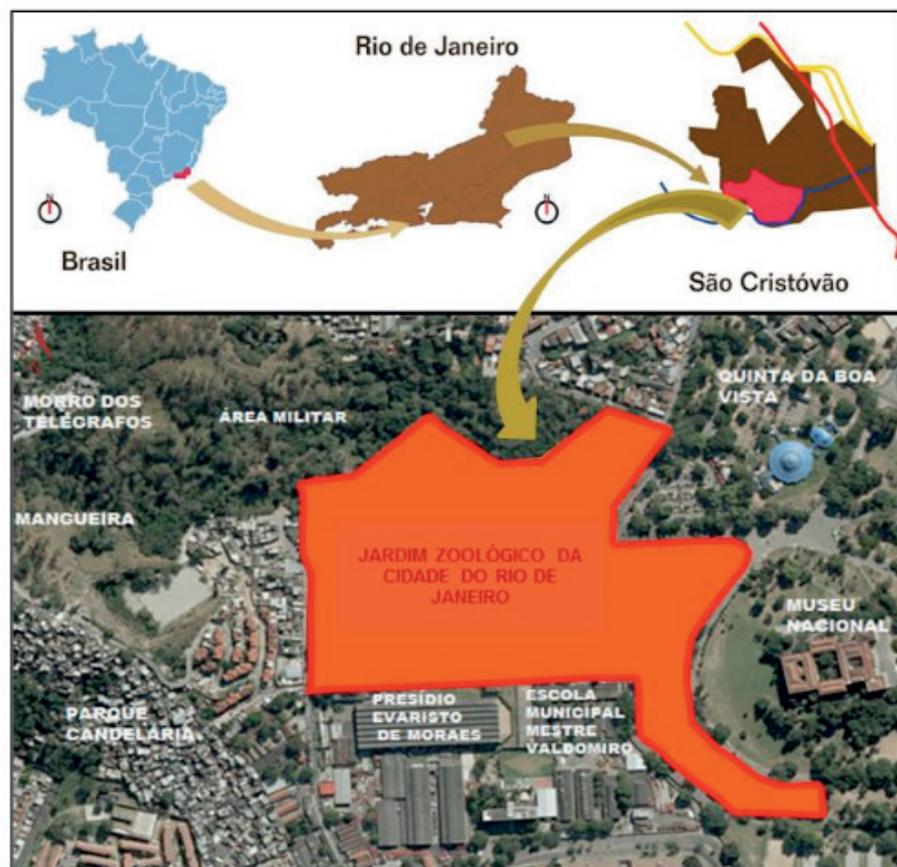


Figura 4: Planta de localização do RIOZOO.

Fonte: Elaborado pela autora sobre base do Google Earth, 2016.

3.2 Os efeitos da poluição sonora em animais de cativeiro

Os efeitos da poluição sonora estão diretamente relacionados com o sentido da audição, tanto em humanos quanto em animais. Essa função é peça fundamental na integração com o ambiente e a construção do complexo sistema da comunicação. As alterações na percepção auditiva levam a problemas no desenvolvimento da fala, linguagem, leitura, na aprendizagem e até na socialização de crianças, adultos e idosos. Da mesma forma, compromete a comunicação entre animais, sua sobrevivência individual bem como a da espécie. Dai a importância de se conhecer e entender a fisiologia da audição, e a interferência sofrida pela poluição sonora. Assim como os homens, os animais são afetados pela poluição sonora.

Animais em cativeiro estão submetidos a um ambiente artificial que pode diferir do ambiente natural, tanto pelas ameaças como pelos estímulos aversivos que recebem. Um estudo preliminar realizado na Fundação Zoo-botânica de Belo Horizonte (FZB) registrou média de 83,0 dB nos níveis de pressão sonora, variando entre um mínimo de 57,6 dB e um máximo de 94,3 dB, níveis influenciados pelo número de visitantes e a intensidade de conversação entre eles.

Há evidências de que a presença do público visitante afeta o comportamento dos animais alojados em jardins zoológicos. Entender o que esse efeito provoca é de extrema importância para a melhoria do bem-estar animal.

Valentine (2004) atenta aos efeitos que o turismo pode provocar na vida selvagem, afirmando que o mesmo pode expor os animais a frequências e intensidades sonoras que não são normalmente encontradas no ambiente natural. Buultjens (2005) também chama a atenção para os efeitos negativos que os visitantes podem trazer à vida selvagem nos parques, entre eles a poluição sonora. Entretanto, nenhum dos dois autores quantifica os ruídos que podem estar sendo produzidos pelos turistas.

O ruído provocado pelos humanos (Figuras 5 e 6) representa uma fonte potencial de estresse para os animais dos zoológicos, provocando-lhes alterações comportamentais, fisiológicas e diminuição do bem-estar. “Níveis sonoros acima de 90 dB podem causar deficiência na capacidade de se comunicar, e são associados a comportamentos sociais, aumento de pressão arterial, diminuição da função auditiva e alterações cardiovasculares”.



Figura 5: Público visitante no Jardim Zoológico do Rio de Janeiro

Fonte: < <http://noticias.uol.com.br> > Acesso: 26/06/2016.



Figura 6: Público visitante RIOZOO.

Fonte: Acervo pessoal da autora, 2016.

O fato de a maioria dos animais do zoológico não expressarem aparente reação durante a visitação, não significa necessariamente que os ruídos não os estejam afetando, podendo inclusive significar que após tanto tempo estando expostos a intensidades sonoras tão altas os animais já se encontram acostumados com esta situa o. Zannin (2003) lança esta mesma possibilidade, já que apesar de ter encontrado altos níveis de ruído no parque Jardim Botânico de Curitiba, a maioria das pessoas entrevistadas no estudo consideraram o parque um local tranquilo e que não provoca maiores perturba es. Sabe-se, através do estudo da fisiologia animal, onde se incluem tanto espécie humana como os outros animais que: O ruído pode ser definido como um som indesejável, que constitui uma causa de inc modo, um obstáculo   concentra o e a comunica o; O ruído na espécie humana, desde uma medida aparentemente insignificante (como uma conversa, por exemplo), provoca

distúrbios gastrointestinais, distúrbios relacionados ao sistema nervoso (irritabilidade, nervosismo, vertigens). Um ruído intenso e súbito acelera o pulso, acelera a pressão arterial, contrai os vasos sanguíneos, contrai a musculatura do estômago entre outras tantas alterações.

A privação da vida em ambiente natural e a poluição sonora provoca uma série de impactos negativos, especialmente sobre o comportamento dos animais, que passam a expressar padrões anormais, como transtornos e estereotípias, indicando queda nos níveis de bem estar e presença de estresse (Figura 7).



Figura 7: Recinto do elefante no Jardim Zoológico do Rio de Janeiro.
Fonte: <<http://aloriodejaneiro.com>> Acesso: 26/06/2016.

4 | ANÁLISE DE RESULTADOS

Trabalhos recentes sobre o tema centraram-se principalmente sobre as respostas comportamentais dos animais expostos ao ruído do visitante. Níveis sonoros acima de 90 dB podem causar deficiência na capacidade de se comunicar, e são associados a comportamentos anormais como agressão e redução de comportamentos sociais, aumento de pressão arterial, diminuição de função auditiva e alterações cardiovasculares (QUADROS e YOUNG, 2008).

Os recintos apresentaram níveis de ruídos diferentes ($H(8) = 93,55$, $P < 0.001$). a análise de Clusters revelou três grupos principais: Primatas- Macaco prego do Peito amarelo (*Sapajus xanthosternus*) era o grupo mais tranquilo: Leq médio de 58 dB (A) e uma escala de 5.20. O segundo grupo, o dos felinos – Tigre-siberiano (*Panthera tigris altaica*) no recinto ($58.5 \pm 5,5$ dBA), Onça pintada (*Panthera onca*) no recinto (58.5 ± 6.5 dBA), Lobo-guara (*Chrysocyon brachyurus*) no recinto (58 ± 6 dBA). O terceiro grupo contém os animais restantes incluindo: Chimpanzé (*Pan troglodytes*) ($65 \pm 6,5$ dBA), Cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) ($61 \pm 6,5$ dBA), Orangotango de Sumatra (*Pongo abelli*) (63 ± 5 dBA), Urso de óculos (*Tremarctos ornatus*) ($60,5 \pm 6,25$ dBA). Os resultados mostraram níveis elevados de ruído no ambiente interno, causando um

normal) e como estes sons podem afetar negativamente animais em cativeiro, para que possamos desenvolver estratégias eficazes para melhorar esses efeitos.

REFERÊNCIAS

- BRUMM, H. & SLABBEKOORN, H. 2005. **Acoustic communication in noise**. *Advances in the Study of Behaviour*, 35: 151-209.
- BUULTJENS, J.; RATNAYAKE, I.; GNANAPALA, A.; ASLAM, M. **Tourism and its implications for management in Ruhuna National Park (Yala), Sri Lanka**. *Tourism Management*, 26, p. 733–742, 2005.
- HU, Y; CARDOSO, C.G. 2010. **Which birds adjust the frequency of vocalizations in urban noise?** *Animal Behaviour*, 79 (4): 863-867.
- LANZER, M. **Efeitos do ruído de tráfego de veículos motorizados sobre aves que habitam um fragmento florestal urbano em Curitiba, 2007**. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação) – Ciências Biológicas – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.
- LAULE, G. E. **Positive reinforcement training and environmental enrichment: enhancing animal well-being**. *Journal of the American Veterinary Medical Association* v. 223, n. 7, p. 969-73, 2003.
- QUADROS,S.; YOUNG, R.J. **O Problema do Ruído nos Zoológicos Modernos**. In Anais do XXII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Belo Horizonte, MG, 2008.
- RADLE, A. L. 1988. **The Effect Of Noise On Wildlife: A Literature Review**. Disponível<http://interact.uoregon.edu/MediaLit/wfae/library/articles/radle_effect_noise_wildlife.pdf>Acesso em: 18 fev. 2010.
- RESENDE, F. **Alterações acústico comportamentais** In: *Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza*. Eds. MONTEIRO FILHO, E. L. A.; MONTEIRO, K. D. K. A. São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2008.
- SANTOS, M.F.C.; BETHANCOURT, M.L.B.T.; TEDESCO, M.L.F. 1992. **Prevenção de problemas auditivos numa indústria**. *Hosp. Adm. Saúde*, 16(3): 137-139.
- SLABBEKOORN, H.; RIPMEESTER, E.A.P. 2008. **Bird song and anthropogenic noise: implications and applications for conservation**. *Molecular Ecology*, 17:72-83.
- VALENTINE, P. e BIRTLES, A. **Wildlife watching In: Wildlife Tourism: Impacts, Management and Planning**. Ed. HIGGINBOTTON, K. Austrália: Common Ground Publishing Pty Ltd, 2004.
- WIELEBNOWSKI, N. **Stress and Distress: evaluating their impact for the well-being of zoo animals**. *Journal of the American Veterinary Medical Association* v. 223 n. 7 p. 973-77, 2003.
- ZANNIN, P. H. T. **Avaliação da poluição sonora no parque Jardim Botânico de Curitiba, Paraná, Brasil**. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, mar-abr, p. 683-86, 2003.

SOBRE O ORGANIZADOR

Edson da Silva possui graduação em Fisioterapia pela Fundação Educacional de Caratinga (2001). Obteve seu título de Mestre (2007) e o de Doutor em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Federal de Viçosa (2013). É especialista em Educação em Diabetes pela Universidade Paulista (2017) e realizou cursos de aperfeiçoamento em Educação em Diabetes pela parceria ADJ do Brasil, *International Diabetes Federation* e Sociedade Brasileira de Diabetes (2018). Pós-Graduando em Tecnologias Digitais e Inovação na Educação (2019-2020). É professor e pesquisador da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, desde 2006, lotado no Departamento de Ciências Básicas (DCB) da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde (FCBS). Ministra disciplinas de Anatomia Humana para diferentes cursos de graduação. No Programa de Pós-Graduação em Saúde, Sociedade e Ambiente atua na linha de pesquisa Educação, Saúde e Cultura. É vice coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, no qual atua nas áreas de Nutrição e Saúde Coletiva. É líder do Grupo de Estudo do Diabetes credenciado pelo CNPq no Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. Desde 2006 desenvolve ações interdisciplinares de formação em saúde mediada pela extensão universitária, entre elas várias coordenações de projetos locais, além de projetos desenvolvidos no Projeto Rondon com atuações nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. É membro da Sociedade Brasileira de Diabetes, membro de corpos editoriais e parecerista *ad hoc* de revistas científicas internacionais da área da saúde. Tem experiência na área da Saúde, atuando principalmente nos seguintes temas: Anatomia Humana; Diabetes *Mellitus*; Processos Tecnológicos Digitais e Inovação na Educação em Saúde; Educação, Saúde e Cultura.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Açaí 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Álbun seriado 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105
Ambientes não formais 90, 91, 93, 96, 97
Amido de milho 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132
Amilase 125, 129
Anatomia 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 159
Andiroba 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Antifúngicos 75, 76, 84, 85
Aprendizagem 91, 95, 97, 99, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 114, 115, 152, 154
Atividade hidrolítica 1, 3, 4, 5, 6, 7

B

Bem-estar animal 150, 154, 157
Biofilme 74, 75, 76, 78, 82, 83, 84, 85
Biossensores 135, 136, 140, 141

C

Caffeine 117, 118, 119, 120, 121, 122
Candida 8, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86
Carapa guianensis 9, 11, 14
Células de Hofbauer 16, 17, 19
Cevada 123, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132
Ciências Naturais 9, 90, 91, 99, 101, 102, 104
Coffee husk 117, 118, 119, 120, 121
Coinfecção 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45
Composição físico-química 9, 10, 12
Crystallization 117, 118, 119, 120, 121
Cuidador 87, 88

D

Doenças Cardiovasculares 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 72, 148

E

Educação 32, 35, 52, 56, 90, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 115, 159
Eletropolimerização 135, 136, 138, 139, 143, 144, 145
Ensino de biologia 90
Estágio 19, 50, 53, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 139
Estresse Oxidativo 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73
Etanol 4, 78, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133
Euterpe oleracea 9, 11, 14

F

Fermentação alcoólica 123, 124, 125, 126, 131, 132, 133

G

Gestação 16, 17, 18, 19, 22, 24

Girassol 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

H

Helmintose Emergente 46, 47, 48, 49

Hidrólise 1, 2, 4, 5, 7, 8, 15, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133

Hidrólise enzimática 8, 123, 124, 125, 126, 127

Histologia 16, 17, 19

HIV 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

J

Jardim zoológico 150, 153, 155, 156

Jogos educacionais 107, 109, 114

L

Lagochilascariase 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 58

Lagochilascaris minor 46, 47, 49, 50, 57, 58

Lipase 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

M

Malte 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132

Moringa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

P

Placenta 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25

Polianilina 135, 136, 137, 140, 141, 143, 147, 148

Polímeros condutores 135, 136, 137, 139, 147, 148

Psicossocial 87, 88

R

Recursos didáticos 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105

Resíduos orgânicos 9, 10

Ruído 150, 152, 154, 155, 156, 157, 158

S

Saúde pública 28, 39, 40, 44, 48, 58, 62, 88, 158

T

Tecnologias de informação e comunicação 99, 100, 105

Testosterona 59, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 73

TICs 99, 100, 101, 103, 104, 105

Tuberculose 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Z

Zoonose 46, 48, 52

 **Atena**
Editora

2 0 2 0