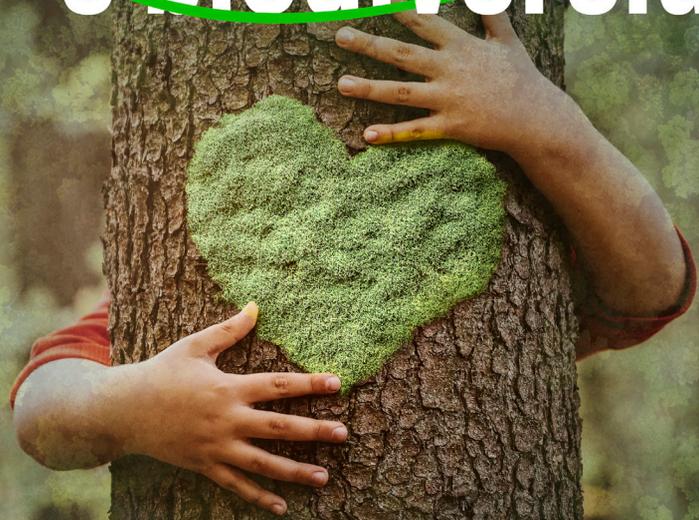




Saúde, *meio ambiente* e biodiversidade



Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2021



Saúde, *meio ambiente* e biodiversidade

Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes editoriais

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
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. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
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
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Revisão: Os autores
Organizador: Renan Monteiro do Nascimento

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S255 Saúde, meio ambiente e biodiversidade / Organizador
Renan Monteiro do Nascimento. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-304-7
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.047212107>

1. Saúde. 2. Meio ambiente. I. Nascimento, Renan
Monteiro do (Organizador). II. Título.

CDD 613

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.arenaeditora.com.br
contato@arenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A saúde humana está diretamente ligada e extremamente dependente da “saúde” do planeta terra, da mãe natureza. Enquanto as relações entre o ser humano/a humanidade e a natureza continuarem sendo de dominação, de exploração irracional, de degradação ambiental, cada vez mais os níveis de saúde humana serão piores.

O termo biodiversidade, hoje consagrado na literatura, refere-se à diversidade biológica para designar a variedade de formas de vida em todos os níveis, desde microrganismos até flora e fauna silvestres, além da espécie humana. Contudo, essa variedade de seres vivos não deve ser visualizada individualmente, mas sim em seu conjunto estrutural e funcional, na visão ecológica do sistema natural, isto é, no conceito de ecossistema.

Nessa perspectiva, apresento o e-book “Saúde, Meio Ambiente e Biodiversidade”, um livro que apresenta 16 capítulos distribuídos no formato de artigos que trazem de forma categorizada e interdisciplinar estudos aplicados as Ciências da Vida. Essa coletânea traz resultados de pesquisas desenvolvidas por professores e acadêmicos de instituições públicas e privadas. É de suma importância ter essa divulgação científica, por isso a Atena Editora se propõe a contribuir através da publicação desses artigos científicos, e assim, contribui com o meio acadêmico e científico.

Desejo a todos uma excelente leitura.

Renan Monteiro do Nascimento

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESCORPIONISMO: CARACTERÍSTICAS, DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO ATRAVÉS DE UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Ana Claudia Guerra Dutra de Resende
Beatriz de Almeida Corrêa
Beatriz Trajano Costa da Silva
Camila Marcele Araujo Rodrigues Batista
Carine Souza Senkio
Isadora Cristina Teixeira Bono
Marina Scheffer de Souza
Natacha da Silva Estevão Cáceres Marques
Poliana de Faria Miziara Jreige
Rayan Bassem Chokr
Renata da Silva Rodrigues
Tássia Aporta Marins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121071>

CAPÍTULO 2..... 9

CONTAMINANTES INORGÂNICOS METÁLICOS

Francine Kerstner
Rafaela Xavier Giacomini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121072>

CAPÍTULO 3..... 26

RELAÇÃO ENTRE A IDADE E A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE IDOSAS FRÁGEIS INSTITUCIONALIZADAS

Cristianne Confessor Castilho Lopes
Marilda Moraes da Costa
Antônio Vinícius Soares
Stefany da Rocha Kaiser
Luís Fernando da Rosa
Daniela dos Santos
Paulo Sérgio Silva
Tulio Gamio Dias
Eduardo Barbosa Lopes
Láisa Zanatta
Vanessa da Silva Barros
Heliude de Quadros e Silva
Youssef Elias Ammar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121073>

CAPÍTULO 4..... 40

SAÚDE MENTAL: AGRAVOS DECORRENTES DO MEIO AMBIENTE

Adelcio Machado dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121074>

CAPÍTULO 5.....52

SABERES DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE SUPORTE BÁSICO DE VIDA

Karine Suene Mendes Almeida Ribeiro
Bruna Renata Duarte Oliveira
Andressa Prates Sá
Bárbara Stéfany Ruas e Silva Dourado
Kezia Danielle Leite Duarte
Luane Karine Ferreira de Sousa
Raynara Laurinda Nascimento Nunes
Solange Macedo Santos
Dayane Araújo Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121075>

CAPÍTULO 6.....62

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE JAGUARÃO (RS) UTILIZANDO ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Iulli Pitone Cardoso
Gabriel Borges dos Santos
Marlon Heitor Kunst Valentini
Henrique Sanchez Franz
Lukas dos Santos Boeira
Maicon Moraes Santiago
Idel Cristiana Bigliardi Milani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121076>

CAPÍTULO 7.....75

AVALIAÇÃO DAS COMPLICAÇÕES EM RECONSTRUÇÃO MAMÁRIA IMEDIATA COM IMPLANTE EM PACIENTES COM CÂNCER DE MAMA

Lays Samara da Costa Silva e Silva
Aline Carvalho Rocha
Gina Zully Carhuancho Flores
Jéssica Silva Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121077>

CAPÍTULO 8.....81

ATIVIDADE LARVICIDA DE *BACILLUS THURINGIENSIS* FRENTE A MOSQUITOS TRANSMISSORES DE DOENÇAS

Camila Cassia Silva
José Manoel Wanderley Duarte Neto
José de Paula Oliveira
Ana Lúcia Figueiredo Porto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121078>

CAPÍTULO 9.....92

ANATOMIA RADIOGRÁFICA DO ESQUELETO DE CORUJINHA-DO-MATO

(MEGASCOPS CHOLIBA)

Bruna Pereira Bitencourt
Mariana de Souza
Luana Célia Stunitz da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0472121079>

CAPÍTULO 10..... 104

ANATOMIA DE SERPENTES NÃO PEÇONHENTAS

Renan Mendes Pires Moreira
Dirceu Guilherme de Souza Ramos
Klaus Casaro Saturnino
Erin Caperuto de Almeida
Caroline Genestreti Aires
Juliana Bruno Borges Souza
Karla Cristina Resplandes da Costa Paz
Guilherme Freitas Arrebola Vieira
Ana Vitória Alves-Sobrinho
Rafaela Vasconcelos Ribeiro
Júlia Martins Soares
Isadora Gomes Nogueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04721210710>

CAPÍTULO 11 123

ANÁLISIS DE SALUD AMBIENTAL POR LA CONTAMINACIÓN CON PUTRESCINA Y CADAVERINA EN EL HUMEDAL DE TORCA – GUAYMARAL, BOGOTÁ, COLOMBIA

María Polanía-Prieto
Diana Hernández-Gómez
Natalia Gómez-Sotelo
Manuela Cuenca-Rodríguez
María Villabona-Salamanca
Camilo José González-Martínez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04721210711>

CAPÍTULO 12..... 137

A ECOLOGIA COMO A CIÊNCIA QUE EXPLICA AS PANDEMIAS

Roberto Valmorbida de Aguiar
Morgana Karin Pierozan

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04721210712>

CAPÍTULO 13..... 150

ARMADILHA MOSQTENT® MODIFICADA [SIMULÍDEOS] PARA USO NA CAPTURA DE BORRACHUDOS ANTROPOFÍLICOS (DIPTERA: SIMULIIDAE) - MOLDE DE CONFEÇÃO E INSTRUTIVO DE MONTAGEM

Raquel de Andrade Cesário
Ana Carolina dos Santos Valente
Marilza Maia Herzog
Érika Silva do Nascimento Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04721210713>

CAPÍTULO 14..... 161

FREQUÊNCIA E PERFIL DE SENSIBILIDADE ANTIMICROBIANA DE BACILOS ENTÉRICOS ISOLADOS DA CAVIDADE BUCAL DE PACIENTES HIV SOROPOSITIVOS

Alexandre Pontes de Mesquita

Antônio Romilson Pires Rodrigues

Francisco César Barroso Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04721210714>

CAPÍTULO 15..... 174

UTILIZAÇÃO DE PROBIÓTICOS PARA TRATAMENTO OU PREVENÇÃO DE AFECÇÕES CUTÂNEAS INFLAMATÓRIAS ASSOCIADAS À DISBIOSE

Juliana Maria dos Santos Ribeiro

Lucas Alvarenga da Silva

Thalis Ferreira dos Santos

Renan Monteiro do Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04721210715>

CAPÍTULO 16..... 194

RADIOPROTEÇÃO PARA INDIVÍDUOS QUE TRABALHAM DIRETAMENTE OU INDIRETAMENTE COM RADIAÇÃO IONIZANTE

Anderson Gonçalves Passos

Jânio Carlos Fagundes Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04721210716>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 203

ÍNDICE REMISSIVO..... 204

CAPÍTULO 1

ESCORPIONISMO: CARACTERÍSTICAS, DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO ATRAVÉS DE UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Data de aceite: 01/07/2021

Ana Claudia Guerra Dutra de Resende

FAME-Funjob Faculdade de Medicina de
Barbacena
Barbacena- MG

Beatriz de Almeida Corrêa

Universidade da Amazônia
Belém- PA

Beatriz Trajano Costa da Silva

Centro Universitário Serra dos Órgãos
Teresópolis – RJ

Camila Marcele Araujo Rodrigues Batista

Faculdade metropolitana de Manaus
Amazonas

Carine Souza Senkio

Universidade José do Rosário Vellano
Afenas - MG

Isadora Cristina Teixeira Bono

UNESC - Centro Universitário do Espírito Santo
Colatina - ES

Marina Scheffer de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre - RS

Natacha da Silva Estevão Cáceres Marques

Faculdades de Dracena - Fundação
Dracenense de Educação e Cultura/FUNDEC
Dracena – SP

Poliana de Faria Miziara Jreige

UNICEPLAC - Centro Universitário do Planalto
Central Aparecido dos Santos
Brasília-DF

Rayan Bassem Chokr

FASM - Faculdade Santa Marcelina
São Paulo-SP

Renata da Silva Rodrigues

UNIVAS- Universidade do Vale do Sapucaí
Pouso Alegre - MG

Tássia Aporta Marins

Centro universitário de Adamantina- UNIFAI
Adamantina-SP

RESUMO: A presente revisão tem como objetivo analisar os achados relevantes que a literatura traz, nos últimos dez anos, sobre as complicações de acidentes por escorpião. O trabalho mostra sobre o papel da intoxicação do veneno de escorpiões causada pela liberação de neurotoxinas, na qual provocam diversos distúrbios no organismo, substâncias essas como acetilcolina e catecolaminas, presentes pelas terminações nervosas dos nervos autônomos e pela glândula adrenal. Todavia consideramos também as manifestações cardiovasculares, onde serão observadas, entre elas obtém como resultado o aparecimento de taquicardia e/ou bradicardia, hipo ou hipertensão, insuficiência cardíaca, choque, além de cefaléia e convulsões, na qual podem ser verificados com baixa frequência, nas manifestações do comprometimento do sistema nervoso central. O indivíduo que for picado por um escorpião pode apresentar sinais clínicos que vão desde manifestações locais até as manifestações sistêmicas. A gravidade desse acidente dependerá de fatores como a espécie e o tamanho do escorpião e a idade e

enfermidades prévias do paciente. Dessa forma, é mister que não seja erradicado a espécies de escorpiões, visando o controle do equilíbrio ecológico.

PALAVRAS-CHAVE: Escorpiões, Intoxicação, Acidentes, Veneno.

ABSTRACT: The present review aims to analyze the relevant findings that the literature brings, in the last ten years, about the complications of accidents by scorpion. The work shows the role of the poisoning of scorpion venom caused by the release of neurotoxins, in which they cause various disorders in the body, substances such as acetylcholine and catecholamines, present by the nerve endings of the autonomic nerves and by the adrenal gland. However, we also consider cardiovascular manifestations, where they will be observed, among them the result is the appearance of tachycardia and / or bradycardia, hypo or hypertension, heart failure, shock, in addition to headache and seizures, in which they can be seen with low frequency, in manifestations of central nervous system involvement. The individual who is bitten by a scorpion may show clinical signs ranging from local manifestations to systemic manifestations. The severity of this accident will depend on factors such as the species and size of the scorpion and the patient's age and previous illnesses. Thus, it is essential that scorpion species are not eradicated, aiming at the control of ecological balance.

KEYWORDS: Scorpions, Intoxication, Accidents, Poison.

1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com a presença de animais que causam doenças em humanos em locais de circulação pública ou moradias é de notória importância. Sendo as cobras e escorpiões os animais que mais preocupam os órgãos de saúde e zoonoses. De acordo com o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), somente no ano de 2019 foram notificados 154.812 acidentes por escorpiões no território brasileiro.

O escorpião é uma espécie pertencente à subclasse dos aracnídeos, um dos principais grupos do filo Arthropoda que corresponde a 80% de todas as espécies de animais existentes (INSTITUTO BUTANTAN, 2017). No Brasil, destacam-se as espécies do gênero *Tityus*, em especiais o *T. serrulatus* (escorpião amarelo), *T. stigmurus* (escorpião amarelo do Nordeste), *T. bahiensis* (escorpião marrom) e o *T. obscurus* (escorpião preto da Amazônia) (SILVA, 2016).

O veneno liberado pelo escorpião contém diversos componentes, como as neurotoxinas, responsáveis por provocar a síndrome do envenenamento. Elas agem nos canais de sódio e potássio causando liberação massiva de neurotransmissores, como catecolaminas e acetilcolinas, desencadeando os principais sintomas cardiorrespiratórios iniciais, como taquicardia (CAMPOS; CARDOSO; FILHO, 2020). O desequilíbrio entre as atividades colinérgicas e adrenérgicas é o responsável pelas manifestações sistêmicas do escorpionismo. O choque circulatório e o edema pulmonar geralmente são os responsáveis pelos óbitos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

A gravidade do quadro clínico desencadeado pelo envenenamento varia com a

espécie do escorpião, a quantidade de veneno inoculada, a idade e as enfermidades prévias do paciente. Os óbitos estão comumente relacionados ao *T. serrulatus* e à faixa etária pediátrica, com taxa de letalidade de 0,58% para os casos graves (CUPPO; AZEVEDO-MARQUES; HERING, 2003). Potenciais complicações fatais incluem disfunção cardíaca com conseqüente choque cardiogênico e edema agudo de pulmão, podendo culminar em falência respiratória. (CAMPOS; CARDOSO; FILHO, 2020).

Neste estudo, pretende-se analisar os achados relevantes que a literatura traz, nos últimos dez anos, sobre as complicações de acidentes por escorpião. Destaca-se a importância deste estudo porque ao apresentar a casuística, a forma de ocorrência, e suas complicações, o assunto ficará explícito e, assim, o problema poderá ser evitado através da prática de estratégias voltadas à profilaxia e ao controle do cenário apresentado.

2 | METODOLOGIA

O estudo trata-se de uma revisão integrativa com a finalidade de organizar ideias acerca dos acidentes por escorpião. Realizou-se pesquisa de artigos nas plataformas SCIELO, PUBMED, MEDLINE e Biblioteca Virtual de Saúde(BVS), utilizando como descritores: Escorpiões, Intoxicação, Acidentes, Veneno.

A pesquisa bibliográfica iniciou-se pela leitura do título da obra e, em seguida, pela análise do resumo. Dos 35 artigos relacionados, 15 foram selecionados de acordo com critérios de inclusão, estudos originais publicados no período de 2006-2021, em português, inglês e espanhol, e critérios de exclusão, estudos duplicados e relatos de casos.

Realizou-se também análise dos dados epidemiológicos fornecidos pela Organização Mundial da Saúde no mesmo período. Obteve-se um satisfatório material bibliográfico para expressar o conhecimento em relação ao tema levando em consideração as complicações dos acidentes por escorpião.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diagnóstico

O diagnóstico dos acidentes com escorpiões é eminentemente clínico-epidemiológico, não existindo, portanto, exames laboratoriais para confirmação. Portanto, faz-se necessário observar os sinais clínicos que podem ocorrer devido ao envenenamento escorpiônico que vão desde manifestações locais e sistêmicas, atingindo os sistemas cardiovascular, digestório, tegumentar, neurológico e respiratório.

A grande maioria de distúrbios apresentados pela intoxicação do veneno de escorpiões deve-se à liberação de neurotransmissores, acetilcolina e catecolaminas pelas terminações nervosas dos nervos autônomos e pela glândula adrenal (GRÉGIO, 2000).

Como mencionado, existem dois tipos de manifestações, as (i) locais e as (ii)

sistêmicas. As manifestações locais tem como sintoma principal é frequente a dor aguda sendo geralmente, a principal manifestação nos acidentes por escorpiões. Sendo necessário uma atenção específica quanto à sua avaliação e tratamento. Tal dor ocorre imediatamente após a picada, podendo ser discreta, restrita apenas ao ponto de inoculação do veneno, ou pode ser insuportável, manifestando-se sob a forma de queimação ou agulhada, acompanhada ou não de parestesias (Cupo et al., 2009).

Em relação à dor, a mesma pode irradiar-se para todo o membro atingindo, exacerbando-se à palpação, e persistir por várias horas ou mesmo mais de um dia. No local da picada pode-se observar leve edema e hiperemia, acompanhado ou não de sudorese e piloereção local (Cupo et al., 2009).

Já as manifestações sistêmicas podem comprometer o sistema gastrointestinal, verificando-se sialorréia, náuseas, vômitos e, às vezes, diarréia; o aparelho respiratório, com rinorréia, tosse, taquipnéia, estertores pulmonares e sibilos. Onde, os casos mais graves constata-se dispnéia, bradipnéia e edema agudo de pulmão (Brasil, 2009; Cupo et al., 2009).

Levando em consideração as manifestações cardiovasculares, as mesmas também são observadas com aparecimento de taquicardia e/ou bradicardia, hipo ou hipertensão, insuficiência cardíaca e choque. Tremores, mioclonias, agitação psicomotora, cefaléia e convulsões podem ser verificados menos frequentemente, como manifestações do comprometimento do sistema nervoso central (Brasil, 2009; Cupo et al., 2009).

A princípio, a complicação mais grave que pode ocorrer durante uma intoxicação pelo veneno de escorpião é o edema pulmonar, sendo a principal causa de óbito. Os edemas pulmonares atribuem-se em parte, à insuficiência cardíaca ou a liberação de substâncias vasoativas por meio de reações inflamatórias e alérgicas responsáveis pelo aumento da permeabilidade do endotélio vascular (CANINÉO, 2012; CORDEIRO, 2003).

Nesse sentido, a gravidade de um acidente envolvendo escorpiões dependerá de fatores como: (i) a espécie, (ii) tamanho do escorpião (a quantidade de veneno inoculada), (iii) massa corporal do paciente e (iv) sensibilidade do paciente (GRÉGIO, 2000).

Ademais, em casos em que não é possível obter a história do acidente e/ou a identificação do agente causador de forma precisa deve-se realizar o diagnóstico diferencial incluindo acidentes por aranhas do gênero Phoneutria. Tal gênero produz quadros locais e sistêmicos semelhantes aos dos acidentes por escorpiões, serpentes e intoxicações graves e o diagnóstico diferencial de pancreatite, visto que, o *tityus serrulatus* induz pancreatite aguda. Faz-se necessário também verificar a hipótese de cardiomiopatia, onde o envenenamento por escorpiões causam também esta alteração (CANINÉO, 2012).

Tratamento

O tratamento para intoxicações escorpiônicas é dividido em sintomático e específico. Após o episódio, realiza-se o procedimento de aliviar a dor, que refere a analgesia local

com infiltração de lidocaína a 2% sem vasoconstritor (diferenciando 1 ml a 2 ml em crianças e 3 ml a 4 ml em adultos); dipirona (10 mg/kg) ou outro analgésico, via oral ou parental; quando necessário, correção dos distúrbios hidroeletrólíticos e ácido-básicos de acordo com cada caso. Esse tratamento sintomatológico é realizado nos acidentes leves, o paciente permanece em observação de 4 a 6 horas (MELO et al., 2017; SILVA, 2016).

Já no tratamento específico, realizado em acidentes moderados e graves, é administrado por via endovenosa o soro antiescorpiônico (SAE) ou soro antiaracnídico (SAAr) (LISBOA et al., 2020). Sendo assim, casos moderados de 2 a 4 ampolas e casos graves 4 ou mais ampolas. É necessária a administração de forma precoce (CUPO, 2015). Com objetivo de minimizar reações de hipersensibilidade, administrar anti-histamínico e corticosteróide, 15-30 minutos antes da aplicação do soro. Após esse tratamento, o paciente permanece em observação entre 24 e 48 horas (SILVA, 2016).

É obrigatório a administração de soro antiescorpiônico em casos moderados em crianças com menos de 7 anos ou em adultos com comorbidades cardiovasculares, e também para pacientes considerados graves. A dose do soro varia com a quantidade do veneno injetado e da gravidade dos sintomas. Para cada 30 a 50 mililitros de veneno injetado devem ser administrados 5 mililitros, em casos moderados, administrar até 20 mililitros em casos graves de soro antiescorpiônico para que as toxinas possam se neutralizar (CAMPOS, 2020).

Assim sendo, o tratamento com soro visa neutralizar o mais rápido possível a toxina circulante, combater os sintomas do envenenamento e dar suporte às condições vitais do paciente (OLIVEIRA et al., 2018).

Características

O escorpião ou Lacrau, como é chamado em algumas regiões do Brasil é um artrópode quelicerado, pertencente à seguinte classificação taxonômica: Filo Arthropoda, classe Arachnida e ordem Scorpiones. A intitulação escorpião é oriunda do latim *scorpio/scorpionis* (BRAZIL; PORTO, 2010).

O corpo dos escorpiões é dividido em duas partes, prossoma (Carapaça) onde um par de quelíceras utilizadas para triturar o alimento, um par de pedipalpos (pinças) e quatro pares de pernas e opistossoma (Abdômen) que é subdividido em mesossoma (tronco), onde encontra-se o opérculo genital e os apêndices sensoriais que captam estímulos mecânicos e químicos do meio (BRAZIL; PORTO, 2010).

Em relação aos escorpiões da espécie *T. serrulatus*, os mesmos possuem características partenogenéticas, onde cada fêmea tem aproximadamente dois partos com, em média, 20 filhotes cada, por ano. Portanto, podem chegar a 160 filhotes durante a vida, constituindo este um fator que facilita a sua disseminação (BRAZIL; PORTO, 2010; GRÉGIO, 2000; PENNA, 2009).

Outra característica válida do *T. serrulatus* é que ele é carnívoro, alimentando-se

principalmente de insetos e aranhas, sendo considerado predador eficiente de um grande número de outros pequenos animais, e a introdução destes em um ambiente pode levar ao desaparecimento de outras espécies de escorpiões devido à competição. Estes animais possuem como predadores camundongos, quatis, macacos, sapos, lagartos, corujas, seriemas, galinhas, anfíbios anuros e lagartos, algumas aranhas, formigas, lacraias e outros escorpiões (BRAZIL; PORTO, 2010).

A espécie *Tityusstigmurus* é particularmente caracterizada pelo tronco amarelo-escuro, além de um triângulo negro no cefalotórax, uma faixa escura longitudinal mediana e manchas laterais escuras. Chegam a medir até 7 cm na fase adulta e apresentam serrilha pouco acentuada no terceiro e quarto anéis da cauda (BRASIL, 2009).

Tityusbahiensis é a espécie mais encontrada no centro-sul brasileiro. Está adaptada a campos, cerrados e matas ralas, abrigando-se sobre pedras e cupinzeiros (FURTADO, 2015). Conhecido por escorpião marrom ou preto, de reprodução sexuada, mede cerca de 7 centímetros de comprimento, tem o tronco escuro, pernas e palpos com manchas escuras e cauda marrom-avermelhado (Figura 4) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Tityusobscurus (Gervais, 1843) [sinônimos: *T. paraensis* (Kraepelin, 1896); *T.cambridgei* (Pocock, 1897)] são conhecidos por escorpião preto da Amazônia, tem coloração negra e podem chegar a 10 cm de comprimento. Eles, causam um quadro clínico diferente das outras espécies de *Tityus*, com mioclonias, sensação de “choque elétrico”, disartria, parestesia, ataxia, dismetria e fasciculação (Figura 5) (PARDAL; ISHIKAWA; VIEIRA, 2014).

Os espaços urbanos fornecem condições adequadas para reprodução e proliferação dos escorpiões devido aos inúmeros microclimas obtidos através de locais como galerias de esgoto e entulhos residenciais, além da oferta de alimentos e ausência de predadores naturais (SZILAGYI-ZECCHIN et al., 2012). Todas as espécies pertencentes ao gênero *Tityus* possuem alta plasticidade ecológica e capacidade de dispersão considerável, por esse motivo são encontradas nesses ambientes e conhecidas como generalistas ou oportunistas (ARANHA, 2015).

Deve-se ressaltar que os principais agentes são *T. serrulatus* (responsável por acidentes de maior gravidade), *T. bahiensis* e *T. stigmurus*. A ação de seu veneno inoculado no indivíduo se dá pela dor no local da picada, uma desestruturação dos canais de sódio, o que acaba desencadeando a despolarização das terminações nervosas pós-ganglionares, liberando assim, catecolaminas e acetilcolina. O aparecimento de manifestações orgânicas ocorre pelos efeitos simpáticos ou parassimpáticos que esses mediadores produzem (Manual de Diagnóstico e Tratamento de Acidentes por Animais Peçonhentos, Ministério da Saúde, 2001).

Além disso, a espécie, o tamanho do escorpião, a quantidade de veneno inoculado, a massa corporal do indivíduo e a sensibilidade ao veneno por parte do acidentado são fatores que influenciam a gravidade da situação. Podendo dessa forma classificar como

leve a dor no local da picada e às vezes acompanhada por parestesias. Na moderada a dor no local da picada é mais intensa associada a sudorese discreta, náuseas, vômitos ocasionais, taquicardia, taquipnéia e hipertensão leve. Já na grave podemos observar a presença de sudorese profusa, vômitos incoercíveis, salivação excessiva, alternância de agitação com prostração, bradicardia, insuficiência cardíaca, edema pulmonar, choque, convulsões e coma. As complicações como edema pulmonar agudo e choque estão relacionadas à maioria dos óbitos (Manual de Diagnóstico e Tratamento de Acidentes por Animais Peçonhentos, Ministério da Saúde, 2001).

Dessa forma, a melhor forma de evitar que tais complicações aconteçam é prevenir a picada. Os escorpiões gostam de ambientes escuros como dentro de calçados, roupas, armários e entulhos evitando assim a claridade, criando o hábito de sair de noite para procurar comida. Com base no exposto, as medidas de prevenção para evitar tais picadas seria examinar as roupas antes de usá-las, incluindo as toalhas, olhar a parte interna dos sapatos antes de calça-los, ficar atento em lugares que tem entulhos e são úmidos, visto que ali pode ter presença de baratas que servem de alimento para o escorpião (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise bibliográfica deste estudo, pôde-se concluir que no Brasil, a maior parte dos acidentes são causados pelas espécies de escorpião do gênero *Tityus*. Além disso, é importante salientar que o veneno inoculado por escorpiões contém neurotoxinas, que podem causar na vítima sintomas como sudorese, náuseas, vômitos, taquicardia e, em casos mais graves, choque e edema pulmonar.

Os estudos revisados indicam que os tratamentos desenvolvidos até hoje são divididos em: (i) sintomático e (ii) específico. Onde, o primeiro tem o objetivo de aliviar a dor enquanto no segundo é administrado o soro antiescorpiônico ou antiaracnídico. Portanto, faz-se necessário ressaltar que a erradicação de escorpiões não é possível, visto que eles possuem um importante papel no equilíbrio ecológico, a única opção é controlar essa população. Sendo imprescindível o controle do mesmo (registro, captura, apreensão e eliminação) pelo município e pela vigilância em saúde, a fim de evitar e diminuir os danos causados pelos escorpiões.

REFERÊNCIAS

1. ARÊA LEÃO DE OLIVEIRA, Ana Thereza et al. Acidentes com animais peçonhentos no Brasil: revisão de literatura. **Revinter**, v. 11, n. 3, 2018.
2. CAMPOS, Luísa Lazarino. Fisiopatologia e tratamento dos efeitos cardiovasculares e pulmonares no envenenamento por escorpião. **Rev Med Minas Gerais** 2020; 30: e-30203

3. CARMO, Érica Assunção et al. Fatores associados à gravidade do envenenamento por escorpiões. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 28, 2019.
4. CUPO, Palmira. Clinical update on scorpion envenoming. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Nov- Dec, 2015.
5. CUPO, Palmira. Atualização clínica sobre o envenenamento por escorpiões. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, n. 6, pág. 642-649, 2015.
6. DE OLIVEIRA, Sylvania Silva; DE FREITAS CRUZ, José Victor; DA SILVA, Meykson Alexandre. Perfil Epidemiológico de Escorpionismo no Nordeste Brasileiro (2009 a 2019). *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 2, p. 11984-11996, 2021.
7. DOS SANTOS SILVA, Edjane Xavier et al. Cuidados de enfermagem no atendimento às vítimas de picadas escorpiônicas na atenção primária à saúde. **Cogitare Enfermagem**, v. 25, 2020.
8. LISBOA, Nereide Santos et.al. Escorpionismo no Extremo Sul da Bahia, 2010 -2017: perfil dos casos e fatores associados à gravidade, Bahia, Dez, 2019.
9. LISBOA, Nereide Santos; BOERE, Vanner; NEVES, Frederico Monteiro. Escorpionismo no Extremo Sul da Bahia, 2010-2017: perfil dos casos e fatores associados à gravidade. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 29, p. e2019345, 2020.
10. MARTINS, Karolina Pires et al. ESCORPIONISMO–REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2018.
11. MELLO, Márcio Almeida; GOUVÊA, Eduardo Penna ; ODAGIMA, Andrea Mayumi Odagima; SHITSUKA, Dorlivate Moreira ; SHITSUKA, Ricardo. ESCORPIONISMO: COMPLICAÇÕES, CUIDADOS E PREVENÇÃO. **Revista Acadêmica da Faculdade Fernão Dias**, ISSN 2358-9140, volume 4, número 14, novembro de 2017
12. SILVA, Haddlley Hamon Carvalho da. Escorpionismo: uma revisão bibliográfica. 2016. 39 fl. (Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia), Curso de Bacharelado em Farmácia, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – Paraíba – Brasil, 2016.
13. Animais venenosos: serpentes, anfíbios, aranhas, escorpiões, insetos e lacraias/ Organizado por Luciana M. Monaco; Fabíola Crocco Meireles; Maria Teresa G. V. Abdullatif. – 2.ed.rev.ampl. – São Paulo: Instituto Butantan, 2017.
14. Brasil, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinanet/cnv/animaisbr.def>. Acesso em: 09/04/2021.

Data de aceite: 01/07/2021

Francine Kerstner

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/0448130162019919>

Rafaela Xavier Giacomini

Universidade Federal do Rio Grande - FURG
Rio Grande - RS
<http://lattes.cnpq.br/2696963225775717>

RESUMO: A exposição humana a contaminantes inorgânicos metálicos ocorre principalmente pelo consumo de alimentos. Entre estes, alguns que são essenciais ao metabolismo de humanos e animais, podem ser tóxicos se consumidos acima dos níveis necessários, afetando órgãos como fígado e rins. Os contaminantes inorgânicos podem ser considerados incidentes ou naturais, pois alguns são constituintes das matrizes alimentares, enquanto outros incorporados ao longo da cadeia produtiva. O arsênio, chumbo, cádmio, estanho e mercúrio, devido a sua toxicidade e prevalência, são os contaminantes inorgânicos metálicos em que a exposição pela dieta não é indicada. Neste estudo são discutidas as principais características de contaminantes inorgânicos metálicos que não possuem valor nutritivo, e seus impactos metabólicos, visando subsidiar estratégias para mitigar seus danos à saúde humana.

PALAVRAS-CHAVE: Arsênio. Chumbo. Cádmio. Estanho. Mercúrio.

METALLIC INORGANIC CONTAMINANTS

ABSTRACT: Human exposure to metallic inorganic contaminants occurs mainly through food consumption. Among these, some that are essential to the metabolism of humans and animals, can be toxic if consumed above the necessary levels, affecting organs such as the liver and kidneys. Inorganic contaminants can be considered incidents or natural, as some are constituents of the food matrix, while others are incorporated throughout the production chain. Arsenic, lead, cadmium, tin and mercury, due to their toxicity and prevalence, are metallic inorganic contaminants in which dietary exposure is not indicated. In this study, the main characteristics of metallic inorganic contaminants that do not have nutritional value are discussed, as well as their metabolic impacts, aiming to subsidize strategies to mitigate their damage to human health.

KEYWORDS: Arsenic. Lead. Cadmium. Tin. Mercury.

1 | INTRODUÇÃO

O arsênio (As) é um semimetal de massa molar 74,9216 naturalmente presente no solo, água e ar, sob as formas orgânica ou inorgânica. As principais formas inorgânicas de arsênio são a trivalente (As^{+3}), a forma mais tóxica, e a pentavalente (As^{+5}) (ATSDR, 2007; BARRA et al., 2000). A toxicidade do As^{+3} decorre da sua interação com o enxofre das proteínas e por promover estresse oxidativo (FLORA, 2014), resultando na inativação de enzimas e

consequente morte por falência de vários órgãos (SHIBAMOTO; BJELDANES, 2013).

O chumbo (Pb) é um metal potencialmente tóxico de massa molar 207,19 mais abundante na crosta terrestre e pode existir em diferentes formas químicas. Na natureza, o Pb raramente é encontrado na forma metálica e geralmente está ligado com o enxofre ou oxigênio, sendo a principal forma encontrada o sulfeto de chumbo (galena) (MOREIRA; MOREIRA, 2004). O Pb não é degradado no meio ambiente e pode ser transportado pelo ar, pela água e pelo solo, sendo continuamente transferido entre esses meios por processos físicos e químicos naturais. A fitodisponibilidade, solubilidade e mobilidade desse elemento no solo é afetada principalmente pela acidez e composição do solo (ATSDR, 2019).

O cádmio (Cd) é um metal de massa molar 112,41 (ATSDR, 2012) de ocorrência natural em solos, água e sedimentos de lagos e oceanos (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Ele é encontrado associado a zinco, sendo subproduto da extração desse metal e é solúvel em água quando na forma de cloreto e sulfato. O Cd, assim como os sais de cádmio, apresenta baixa volatilidade e no ar se encontram na forma particulada. A exposição humana a este metal ocorre pelo consumo de água, alimentos e tabaco, sendo difícil determinar a fonte da contaminação (CASTRO-GONZÁLEZ; MÉNDEZ-ARMENTA, 2008).

O mercúrio (Hg) é um metal potencialmente tóxico de ocorrência natural na crosta terrestre e nos alimentos como consequência de erosões e erupções vulcânicas (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010) ou como contaminante produzido pelo homem (RICE et al., 2014). O mercúrio está listado como a terceira substância com maior potencial de ameaça à saúde humana pela Agência de Registro de Substâncias Tóxicas e de Doenças dos Estados Unidos (ATSDR). Ele pode ser encontrado em três formas químicas distintas: o mercúrio metálico (ou mercúrio elementar, líquido a temperatura ambiente), o mercúrio inorgânico (combinação do mercúrio com elementos como cloro, enxofre ou oxigênio) e o mercúrio orgânico (combinado com o carbono, metilmercúrio). Essas diferentes formas químicas do mercúrio podem ser interconvertidas (ATSDR, 1999).

O estanho (Sn) é um metal de massa molar 118,69 insolúvel em água, comumente usado no revestimento de latas de alimentos. Esse metal pode ser combinado com outros elementos, formando compostos orgânicos e inorgânicos. O Sn metálico e os compostos orgânicos e inorgânicos de Sn podem estar presentes no ar, na água e no solo, perto de locais onde há rochas ou uso/extração delas (ATSDR, 2005). A distribuição de Sn na crosta terrestre é desigual podendo ser liberado pelas tempestades, ventos e atividades agrícolas. O fluxo continental de poeira, a emissão vulcânica e os incêndios florestais liberam aproximadamente 5000 toneladas de Sn, enquanto a contribuição de fontes antropogênicas, como a queima de combustíveis fósseis (carvão ou óleo) ou incineração de resíduos e a produção de Sn, organotinas, ferro, aço e metais não ferrosos é aproximadamente 10 vezes maior (CIMA, 2018).

Dado o exposto, o objetivo deste estudo foi discutir as principais características de

contaminantes inorgânicos metálicos que não possuem valor nutritivo, e seus impactos metabólicos, visando subsidiar estratégias para mitigar seus danos à saúde humana.

2 | CONTAMINAÇÃO NA CADEIRA ALIMENTAR

2.1 Arsênio

Grande parte dos alimentos contém níveis baixos de As (menores que $0,25 \mu\text{g g}^{-1}$). Concentrações de As em organismos marinhos são, em geral, mais altos que em outros alimentos (JITARU et al., 2019). Em um estudo recente realizado na China, foram analisadas em 19 espécies de organismos marinhos coletadas em 12 locais na Baía de Daya e, foi demonstrado que os caranguejos estavam com os maiores níveis do semimetal ($13,4$ a $35,1 \mu\text{g g}^{-1}$), seguido por camarões ($8,52$ a $27,6 \mu\text{g g}^{-1}$), peixes bentônicos ($3,45$ a $28,6 \mu\text{g g}^{-1}$) e pelágicos ($1,22$ a $5,23 \mu\text{g g}^{-1}$). Os autores sugeriram que a concentração de As ingerida diariamente por humanos é influenciada pela quantidade de frutos do mar na dieta (ZHANG et al., 2018).

Em plantas, o As está presente principalmente na forma inorgânica, no entanto, As orgânico também é detectado. A capacidade de captação de As pelas plantas está relacionada à sua concentração na forma solúvel no solo e às características das espécies vegetais (NORDBERG; FOWLER; NORDBERG, 2015). Otero e colaboradores (2016) avaliaram a concentração de As em agrossistemas de arroz produzido no Equador, encontrando predominantemente a forma inorgânica (maior que 80%). Nos grãos, os níveis do contaminante variaram entre $0,042$ e $0,125 \text{ mg kg}^{-1}$ e nas folhas da planta concentração maior foi quantificada ($0,123$ - $0,286 \text{ mg kg}^{-1}$).

O As também é encontrado em águas, aonde as concentrações dependem do seu conteúdo nas rochas e do tipo de atividade da região (e.g. industrial, agrícola). Um estudo recente realizado no Brasil, em cinco amostras de água do mar coletadas na Baía de Todos os Santos, Salvador, Bahia, mostrou que teor total de As variou entre $0,20$ a $0,66 \mu\text{g L}^{-1}$, (SANTOS et al., 2018). Segundo Nordberg; Fowler; Nordberg (2015), o emprego de águas contendo As na irrigação é uma das formas de promover a contaminação de alimentos.

Em janeiro de 2001, a Organização Mundial da Saúde e a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos propuseram a redução do Nível Máximo de Contaminantes para As de 50 para $10 \mu\text{g L}^{-1}$ (EPA, 2001), tendo como base o máximo $0,015 \text{ mg}$ como exposição diária estimando uma ingestão de $1,5 \text{ L}$ de água.

2.2 Chumbo

As principais formas de contaminação não ocupacional por Pb são pelo consumo de alimentos e água. A temperatura ambiente, o Pb está presente na forma de partículas, sendo capaz de se depositar no solo, contaminando alimentos, a água potável e até mesmos as mãos, levando à ingestão, portanto as fontes de Pb inalado também costumam

ser as de ingerido (ATSDR, 2019).

A exposição humana ao Pb pode ocorrer por grupos de alimentos de origem vegetal (batatas e vegetais folhosos, por exemplo), pela água da torneira, bebidas e produtos de panificação (EFSA, 2010). Essa exposição ao Pb pelo consumo de alimentos varia entre países, sendo que a média avaliada em 19 países europeus foi de $0,51 \mu\text{g kg}^{-1}$ do peso corporal por dia, correspondendo a $35 \mu\text{g dia}^{-1}$ para um adulto de 70 kg. O consumo médio na Europa foi estimado em $1,31 \mu\text{g kg}^{-1}$ por dia aos 2 anos de idade, mas era inferior à metade ($0,55 \mu\text{g kg}^{-1}$ de peso corporal por dia) para uma criança de 14 anos (EFSA, 2010). As crianças têm uma ingestão dietética de Pb consideravelmente maior em relação ao peso corporal quando comparada aos adultos.

No Brasil, os limites para ingestão aceitável de Pb variam entre 0,05 até 0,80 mg kg^{-1} , conforme o tipo de alimento (ANVISA, 2013). Nos Estados Unidos, os Centros Norte-Americanos de Controle de Doenças declaram o nível sanguíneo de preocupação de $10 \mu\text{g dL}^{-1}$, o mesmo estabelecido pela Organização Mundial da Saúde.

2.3 Cádmio

Os alimentos são a principal fonte de exposição ao Cd na população não fumante, devido às altas taxas de transferência desse metal do solo para as plantas (SATARUG et al., 2011). A maioria dos alimentos apresentam concentrações de Cd inferiores a 0,05 ppm. No entanto, a concentração de Cd em mariscos e rins de diferentes animais (gado bovino, galinhas, porcos, dentre outros) pode ser superior, atingindo concentrações de 200-300 ppm e 10 ppm, respectivamente (SHIBAMOTO; BJELDANES, 2013). Segundo a European Food Safety Authority (EFSA), os alimentos que mais contribuem para a exposição alimentar ao Cd em todas as faixas etárias da população são (26,9%) grãos, (16,0%) vegetais, (13,2) raízes e tubérculos ricos em amido (EFSA, 2012).

Na água, o Cd é encontrado principalmente em sedimentos de fundo e partículas em suspensão, e pouco na fase aquosa. A contaminação da água potável pode ocorrer como resultado de impurezas de Cd em zinco de tubos galvanizados ou de soldas contendo Cd em conexões, aquecedores e refrigeradores de água, bem como em torneiras. O Cd transmitido pela água e pelo ar pode causar aumento da sua concentração no solo (NORDBERG; FOWLER; NORDBERG, 2015).

O limite para a exposição segura de Cd definido pela EFSA é a ingestão semanal tolerável de $2,5 \mu\text{g kg}^{-1}$ de peso corporal para garantir proteção de todos os consumidores (EFSA, 2012). A Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/OMS) estabelece que esse valor seja $7 \mu\text{g kg}^{-1}$ de peso corporal.

2.4 Mercúrio

As concentrações de Hg encontradas nas diferentes culturas alimentares são geralmente baixas e a maior exposição ocorre por ingestão de frutos do mar (McLAUGHLIN;

PARKER; CLARKE, 1999). O Hg inorgânico não se acumula na cadeia alimentar, mas o composto formado pela sua biometilação, o metilmercúrio, sim (ATSDR, 1999). A capacidade de acumulação em peixes e mamíferos marinhos explica a maior concentração de Hg observada nos peixes predadores, como o cação (MORALES-AIZPURÚA et al., 1999). A exposição desses peixes maiores ao metilmercúrio ocorre pela magnificação na cadeia trófica especialmente nos tecidos dos animais maiores (ATSDR, 1999). O mecanismo da entrada do Hg na cadeia alimentar ainda não é totalmente elucidado e provavelmente varia entre os ecossistemas (RICE et al., 2014).

Para mitigar a exposição a esse contaminante, no Brasil, a RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013 estabelece o limite máximo de contaminantes inorgânicos em alimentos. A concentração de Hg estabelecida varia entre 0,50 mg kg⁻¹ [para peixes (exceto predadores), moluscos cefalópodos, moluscos bivalvos e crustáceos] até 1,0 mg kg⁻¹ para peixes predadores (ANVISA, 2013). Nos Estados Unidos, a Food and Drug Administration estabeleceu o nível máximo de Hg em peixes e mariscos de 0,5 ppm. Para produtos alimentícios (exceto pescado) a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomendou o nível máximo de Hg em 0,05 ppm.

2.5 Estanho

O Sn está presente naturalmente no solo e conseqüentemente nos alimentos, em baixas concentrações. Vegetais, frutas, laticínios e carnes, dentre outros alimentos não embalados em latas de metal comumente apresentam concentrações de Sn inferiores a 2 ppm. A exposição a maiores concentrações ocorre por consumo de alimentos ou bebidas em embalagens que contenham Sn em sua composição. No ar e na água, as concentrações de Sn ficam em torno de 1 ppm (ATSDR, 2005).

A exposição da população ao Sn é de origem essencialmente dietética, pelo consumo de alimentos enlatados. O regulamento da Comissão Europeia nº 242/2004 (CE, 2004) estabelece limites para o Sn inorgânico em alimentos e bebidas enlatadas. Para alimentos sólidos enlatados, os níveis máximos são fixados em 200 mg kg⁻¹ e para bebidas enlatadas em 100 mg kg⁻¹. O teor de Sn dos alimentos enlatados varia de acordo com a lacagem da lata, pH do alimento presente na lata, presença de pigmentos de origem vegetal, condições de armazenamento (tempo e temperatura) dos alimentos enlatados, presença de oxigênio (latas abertas) e aditivos alimentares, pois o contato direto da lata com alimentos pode propiciar a migração do contaminante para o conteúdo comestível (FILIPPINI et al., 2019).

No Brasil, a RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013 estabelece o Limite Máximo Tolerado de Sn em bebidas enlatadas (150 mg kg⁻¹) e alimentos enlatados (250 mg kg⁻¹). A Occupational Safety and Health Administration (OSHA) dos Estados Unidos estabelece o limite de 0,1 mg m⁻³ de ar de compostos orgânicos e 2 mg m⁻³ de ar para compostos inorgânicos de Sn (ATSDR, 2005).

3 | ETAPAS DE INTOXICAÇÃO

3.1 Arsênio

O As é classificado segundo a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer no Grupo 1 como carcinogênico para humanos (IARC, 1987). A absorção de As inorgânico trivalente e pentavalente ocorre principalmente por ingestão, embora também ocorra por contato com a pele e inalação (ATSDR, 2007). Independente da via de absorção, o As é transportado na corrente sanguínea para diferentes partes do corpo e, em seguida, é eliminada do sangue.

A toxicidade do As para humanos é conhecida desde a antiguidade e a diversidade de danos promovida nos organismos resulta em efeitos agudos e crônicos (ATSDR, 2007). Os efeitos agudos estão associados a ocorrência de náuseas, fraqueza muscular, vômitos, pigmentação castanha, edema localizado, diarreia grave e morte. Quanto a intoxicação crônica por As, o resultado são doenças multissistêmicas e os sintomas são o aumento do tamanho do fígado, anemia e diminuição no número de leucócitos (MAZUMDER; DASGUPTA, 2011). Na exposição crônica ao As ocorrem alterações bioquímicas como reparo alterado do DNA, diabetes, produção de espécies reativas de oxigênio, interação com enxofre, interação com fosfatos, proliferação celular, metilação alterada do DNA, carcinogenicidade, estresse oxidativo, toxicidade renal, neurotoxicidade, hepatotoxicidade, cardiotoxicidade, entre outros (FLORA, 2014).

O acúmulo inicial de As é no fígado, rins e pulmões, além de outros órgãos como coração, baço e pâncreas. A retenção prolongada é observada nos cabelos, pele, tireóide e esqueleto. Esse acúmulo de As em tecidos ricos em queratina é associado a capacidade de ligação da forma trivalente ao grupo sulfidril (NORDBERG; FOWLER; NORDBERG, 2015).

O efeito tóxico do As também é devido a sua capacidade de inativar enzimas, interrompendo a produção de ATP por diferentes mecanismos. O As inibe a piruvato desidrogenase, enzima que atua no ciclo do ácido cítrico, competindo com o fosfato, inibindo assim a redução de NAD^+ , a respiração mitocondrial e a síntese de ATP. As interferências metabólicas causadas pelo As podem resultar na morte por falência de vários órgãos, provavelmente pela morte das células por necrose (SHIBAMOTO; BJELDANES, 2013).

A biotransformação do As inorgânico ocorre por dois processos: (1) reações de redução e oxidação que interconvertem As^{+3} e As^{+5} e (2) reações de metilação, que convertem o As^{+3} em ácido monometilarsônico (MMA) e ácido dimetilarsínico (DMA). Dessas reações resultam a redução de As^{+5} inorgânico em As^{+3} , metilação em MMA (V), redução em MMA (III) e metilação em DMA (V) (BARRA et al., 2000). Estes mecanismos de detoxificação ocorrem para o contaminante absorvido por qualquer via de exposição. A exposição a As^{+3} *in vivo* é relacionada a presença da forma pentavalente na urina de animais (VAHTER; ENVALL, 1983).

Buchet e colaboradores (1981) estudando a eliminação urinária de As em voluntários que ingeriram 500 µg de As nas formas de arsenito de sódio, MMA e DMA, e observaram que o MMA foi a forma mais rapidamente eliminada enquanto o arsenito de sódio a mais lenta. O DMA foi excretado de forma inalterada e aproximadamente 13% do MMA foi metilado a DMA. Após 4 dias, 46, 78 e 75% da dose ingerida de arsenito de sódio, MMA e MDA, respectivamente, foram excretadas na urina. Os autores concluíram que 75% do As excretado após a ingestão de arsenito de sódio é metilado a MMA e DMA, correspondendo a apenas 25% de eliminação na forma de As inorgânico.

3.2 Chumbo

O Pb é complexado com macromoléculas e rapidamente absorvido, distribuído e excretado, não sendo metabolizado pelo organismo. A absorção desse metal é afetada por diferentes fatores, como por exemplo, a forma química durante a exposição, tamanho da partícula (no caso de inalação), solubilidade em água e variações fisiológicas e patológicas. A absorção do Pb pode ocorrer no trato gastrointestinal, nos pulmões e pela pele (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

Fatores nutricionais podem afetar a absorção de Pb no trato gastrointestinal, como a concentração de cálcio na dieta humana. Há evidências de que baixas concentrações de cálcio aumentam a absorção de Pb, resultando na intoxicação por este metal pois ocorre competição entre esses elementos por um sítio comum de absorção no trato gastrointestinal (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010). Outro elemento que pode afetar a absorção de Pb no trato gastrointestinal é o ferro (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

A absorção pode ser aproximadamente três vezes maior quando a exposição ocorre após 16 horas de jejum, do que após períodos normais de alimentação (SHIBAMOTO; BJELDANES, 2013). Em experimentos com radiotraçadores em indivíduos em jejum, a fração absorvida foi de 37 a 70%, com absorção média de 61% (JAMES et al., 1985). A absorção de Pb é maior em crianças, sendo elas capazes de absorver entre 40 e 50% da dose oral ingerida de Pb solúvel em água, comparado a capacidade dos adultos (3-10%) (ATSDR, 2019).

As partículas de Pb podem ser inaladas como um aerossol, sendo o padrão de deposição no trato respiratório dependente do tamanho das partículas. Partículas com diâmetro aerodinâmico >5 µm são depositadas principalmente nas vias aéreas superiores de tamanho médio, limpas pelo mecanismo mucociliar e engolidas. Parte desse Pb é então absorvido pelo trato gastrointestinal. Para partículas inaladas pela boca e na faixa de tamanho de 0,01 a 5 µm, 10 a 60% são depositados no trato alveolar; para partículas inaladas pelo nariz, a porcentagem é menor (SKERFVING; BERGDAHL, 2015).

Após a absorção do Pb pelas diferentes vias, ele pode ser encontrado no sangue, tecidos moles (rins, medula óssea, fígado e cérebro) e ossos. Em adultos, os ossos são o principal local de armazenamento do Pb (cerca de 94%) enquanto em crianças esse

percentual é de aproximadamente 73%. Durante a gestação, a concentração desse elemento no sangue pode aumentar devido a reabsorção óssea de Pb (ATSDR, 2019).

O Pb é excretado principalmente pela urina e fezes, independentemente da via de exposição. Outras rotas de eliminação incluem o suor, saliva, cabelo, unhas, leite materno e líquido seminal (ATSDR, 2019). A excreção na urina ocorre principalmente por filtração glomerular, podendo ser afetada pelo fluxo urinário. O Pb não absorvido é eliminado pelas fezes (MOREIRA; MOREIRA, 2004).

O Pb é um composto neurotóxico que pode causar efeitos danosos em uma ampla gama de órgãos e tecidos. Há poucas informações sobre a relação entre a exposição ao Pb e seus efeitos. No entanto, boa parte dos dados de dose, exposição e resposta referem-se a concentrações de Pb no sangue ou ossos (GIDLOW, 2015).

A exposição ao Pb pode causar encefalopatia, especialmente em crianças e, ocasionalmente, em adultos. Os sinais clássicos de toxicidade grave são ataxia, coma e convulsões. Após a eliminação da exposição e tratamento pelos agentes quelantes, os sinais de encefalopatia aguda podem melhorar, mas algumas sequelas permanecem. Há sintomas que indicam efeitos menos graves no sistema nervoso central quando ocorre exposição a doses menores. Trabalhadores expostos ao Pb relataram maior prevalência de irritabilidade, agressividade, ansiedade, fadiga, tensão, depressão, bem como dores nas articulações (MAIZLISH et al., 1995).

3.3 Cádmio

A contaminação por Cd ocorre principalmente por inalação e ingestão, sendo praticamente nula a entrada pela pele. Após a inalação, uma fração desse material é depositado nas vias aéreas ou nos pulmões, sendo o restante eliminado pela expiração (ATSDR, 2012). A exposição ao Cd por inalação ocorre na forma de um aerossol, como é o caso da exposição aos cigarros. A grande diferença nos níveis de Cd entre fumantes e não fumantes indica que a absorção pela via respiratória pode ser maior nessa situação (ELINDER et al., 1983). Acredita-se que essa maior absorção se deve a forma química na qual o Cd está presente na fumaça e, também, ao pequeno tamanho das partículas deste metal. A absorção de Cd é afetada pela presença de ferro, ou seja, quanto menor a concentração de ferro no organismo, maior será a absorção de Cd (ATSDR, 2012). Por isso, em mulheres com baixo estoque de ferro corporal (valores de ferritina séricas $<20 \mu\text{g L}^{-1}$), a absorção de Cd é em média quatro vezes maior que indivíduos com estoques normais (FLANAGAN et al., 1978).

Após a absorção pelo pulmão ou pelo intestino, o Cd é transportado pelo sangue para outras partes do organismo. Imediatamente após sua captação pelo trato gastrointestinal ou pulmões, ele se liga à albumina e outras proteínas maiores no plasma sanguíneo. O Cd ligado à albumina é absorvido em grande parte pelo fígado, e com o passar do tempo, ocorre redistribuição para outros tecidos, principalmente nos rins. Esse fenômeno

provavelmente se deve à síntese eficiente de metalotioneína (MT) no fígado; o Cd ligado à MT pode ser liberado no plasma, filtrado nos glomérulos e reabsorvido nos túbulos renais (NORDBERG, 1984).

O acúmulo de Cd também está relacionado à idade do indivíduo e apenas uma pequena porção absorvida pela exposição crônica pode ser excretada. A excreção diária que ocorre pelas fezes e urina é de aproximadamente 0,01 a 0,02% da carga corporal total de Cd em humanos (NORDBERG; NOGAWA; NORDBERG, 2015).

A principal preocupação para a avaliação de risco a exposição da população ao Cd são os efeitos da exposição prolongada a níveis baixos do mineral. O rim é o órgão alvo de toxicidade após exposição oral prolongada. A disfunção renal tem sido considerada um efeito crítico devido ao acúmulo de Cd nas células tubulares proximais do córtex renal. O Cd é retido no rim e fígado com uma meia-vida biológica longa de cerca de 15 anos (FOWLER; ALEXANDER; OSKARSSON, 2015).

Outro foco de avaliação do risco de exposição ao Cd está nos efeitos ósseos. Estudos epidemiológicos demonstraram aumento do risco de incidência de fraturas e redução de densidade mineral óssea nos níveis de exposição ao Cd. Engström e colaboradores (2012) avaliaram o efeito da exposição ao Cd na dieta de 2676 mulheres na pós-menopausa (entre 56 e 69 anos). Os autores concluíram que mesmo baixa exposição ao Cd nos alimentos, está associada ao risco aumentado de osteoporose (32%) e fraturas.

3.4 Mercúrio

A exposição humana ao Hg pode ocorrer pela inalação dos vapores de Hg, ingestão de água ou alimento contaminado ou pelo contato com a pele devido ao uso de produtos que contém esse elemento na sua composição (ATSDR, 1999).

A absorção do Hg é elevada para a forma de gás, chegando até aproximadamente 80% e desprezível quando há exposição oral ao Hg elementar e entre 2 e 38% na forma de sais de Hg (ATSDR, 1999). A maior absorção dos vapores de Hg ocorre devido sua solubilidade lipídica, sendo capaz de penetrar as membranas celulares, e pela capacidade dos glóbulos vermelhos de se ligarem e oxidar o Hg a forma mercúrico (Hg^{+2}). A inibição da oxidação é uma estratégia para reduzir a absorção e retenção do Hg por inalação (NORDBERG; FOWLER; NORDBERG, 2015).

O metilmercúrio é absorvido quase totalmente no trato gastrointestinal (aproximadamente 90%) (KLAASSEN; WATKINS, 2001) passando para o plasma onde se liga às hemácias. Na corrente sanguínea, o metilmercúrio pode ser distribuído em diferentes órgãos, principalmente o rim, além do cólon, músculos e tecidos fetais, onde parte é metabolizada até mercúrico (Hg^{2+}) e posteriormente excretada (SHIBAMOTO; BJELDANES, 2013).

A eliminação do Hg pelo organismo ocorre de diferentes formas, dependendo do composto de exposição. A excreção pelas fezes ocorre para as diferentes formas químicas

do Hg (metálico, inorgânico e orgânico); pela urina, tanto o Hg metálico quanto o Hg inorgânico pode ser eliminado, pelo ar expirado também pode ocorrer a eliminação do Hg metálico (ATSDR, 1999). Devido ao fato da excreção do metilmercúrio pela urina ser baixa, a principal forma de eliminação é pelas fezes, na forma inorgânica, pela ação do sistema biliar (RICE et al., 2014).

Todas as formas de Hg são tóxicas a humanos, no entanto, o nível de toxicidade depende de fatores como a espécie química, a concentração e qual a via de exposição (ZALUPS, 2000). Os compostos de Hg com maior toxicidade mesmo em baixos níveis de exposição são os sais de Hg, os compostos orgânicos de Hg e os compostos organossulfurados (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

O efeito tóxico observado após a inalação dos vapores de Hg é atribuído ao íon de Hg divalente formado pela oxidação que se liga aos grupos tiol das proteínas. Essa ligação pode resultar na alteração das estruturas terciárias e quaternárias das proteínas, mudança nas condições de ligação nos grupos prostéticos de enzimas e/ou modificar a ligação ao receptor e o fluxo de íons nos poros e canais iônicos da membrana celular, afetando os potenciais da membrana celular, bem como os sinais intracelulares (NORDBERG; FOWLER; NORDBERG, 2015).

Seus danos se caracterizam por alterações neurológicas e/ou renais. Os sintomas clínicos associados à exposição ao Hg inorgânico são dor abdominal, náuseas, vômitos e diarreia sanguinolenta. Os efeitos neurológicos são comumente a perda de coordenação de músculos voluntários, problemas emocionais e psicológicos, perda de visão e audição, coma e morte (HUNTER; RUSSELL, 1954).

3.5 Estanho

A contaminação humana por Sn pode ocorrer por inalação, ingestão ou pelo contato com a pele. Os compostos inorgânicos de Sn não são absorvidos logo após a exposição inalatória ou oral e apresentam efeitos limitados pela exposição cutânea. Os compostos orgânicos são facilmente absorvidos quando comparados aos compostos inorgânicos pelas três vias de exposição (ATSDR, 2005).

A maior parte do Sn ingerido por via oral passa pelo intestino, sendo eliminado pelas fezes, e uma pequena parte entra na corrente sanguínea (ATSDR, 2005). A principal forma de excreção do Sn é pelas fezes, cerca de 90% da ingesta das formas solúveis (CIMA, 2018). A maior parte do Sn inorgânico é eliminada em semanas, e as baixas concentrações podem ser acumuladas em alguns tecidos por períodos mais longos (ATSDR, 2005).

O Sn inorgânico se distribui principalmente nos ossos e o restante aparece nos pulmões, fígado, rins, baço, gânglios linfáticos, língua e pele. Alguns dados indicam que o Sn pode ter maior afinidade pelo timo do que por outros órgãos. Em um estudo referente ao conteúdo de Sn em amostras de tecido de adultos que morreram em acidentes, as maiores concentrações foram encontradas na cinza óssea ($4,1 \text{ mg kg}^{-1}$),

seguidas pelos gânglios linfáticos, pulmões, fígado e rins (1,5; 0,8; 0,4 e 0,2 mg kg⁻¹ de peso úmido, respectivamente), enquanto que nos níveis muscular e cerebral (0,07 e 0,06 mg kg⁻¹ de peso úmido, respectivamente) foram menores (HAMILTON; MINSKI; CLEARY, 1973).

O Sn elementar e formas inorgânicas são poucos absorvidos, resultando numa toxicidade relativamente baixa se inalados, podendo ser depositados nos pulmões, causando pneumoconiose. Os compostos orgânicos de Sn apresentam toxicidade variável, dependendo do comprimento da cadeia alquil relativo a hidrofobicidade, além de outras propriedades físico-químicas. A alta solubilidade em membranas celulares justifica que os compostos orgânicos hidrofóbicos de Sn são os mais tóxicos (NORDBERG; FOWLER; NORDBERG, 2015).

Alquilos de cadeia curta são facilmente absorvidos pelo trato gastrointestinal, por isocompostos de alquilestanho, tributilestanho e trifenilestanho, possuem alta toxicidade. Os compostos organotínicos mais tóxicos são trimetilestanho e trietilestanho, que são facilmente absorvidos pelo trato gastrointestinal (WINSHIP, 1988). Esses compostos hidrofóbicos rapidamente se difundem em tecidos lipofílicos, como o cérebro, causando encefalopatia, edema cerebral e convulsões graves (TANG et al., 2013).

4 | OCORRÊNCIA DE CONTAMINANTES INORGÂNICOS EM ALIMENTOS

A dieta é uma importante via de exposição aos contaminantes inorgânicos para a população geral ao longo da vida. Assim, diversos estudos têm relatado a presença desses contaminantes em diferentes matrizes alimentares a fim de elucidar os riscos a saúde pública pelo consumo desses alimentos. Na Tabela 1, são apresentados alguns estudos sobre a ocorrência de arsênio, cádmio, chumbo, mercúrio e estanho em alimentos.

Composto	Tipo de alimento	Faixa de concentração (mg kg ⁻¹)	Média (mg kg ⁻¹)	Referência
Arsênio	Arroz	0,1079-0,4277	0,2228	Batista et al., 2011
Arsênio	Peixes e moluscos	0,2-2,8	NA	Gbogbo et al., 2017
Arsênio	Peixe	0,02-3,08	0,71	Jitaru et al., 2019
Arsênio	Nozes	0,004-0,103	0,030	Jitaru et al., 2019
Arsênio	Arroz	0,009-0,045	0,024	Jitaru et al., 2019
Arsênio	Cogumelo	0,76-11,86	NA	Liu et al., 2015
Arsênio	Refeições prontas	<0,015-0,326	NA	Roma et al., 2017
Cádmio	Mel	<0,002-0,008	0,0072	Andrade et al., 2014

Cádmio	Frutas enlatadas	0,007-0,035	NA	Divis et al., 2017
Cádmio	Mexilhão	NA	0,2	Emerenciano et al., 2008
Cádmio	Cogumelo	0,17-2,88	NA	Liu et al., 2015
Cádmio	Vegetais	0,2-1,6	NA	Rehman et al., 2016
Cádmio	Refeições prontas	0,0044-0,0129	NA	Roma et al., 2017
Chumbo	Mel	0,141-0,228	0,187	Andrade et al., 2014
Chumbo	Frutas enlatadas	0,0008-0,0076	NA	Divis et al., 2017
Chumbo	Mexilhão	NA	4,9	Emerenciano et al., 2008
Chumbo	Tubérculos	0,001-0,53	0,052	Jitaru et al., 2019
Chumbo	Óleos e gorduras	0,003-0,053	0,009	Jitaru et al., 2019
Chumbo	Cogumelo	0,48-10,18	NA	Liu et al., 2015
Chumbo	Vegetais	1,8-11	NA	Rehman et al., 2016
Chumbo	Refeições prontas	<0,007-0,027	NA	Roma et al., 2017
Mercúrio	Arroz	0,0007-0,009	0,0028	Lin et al., 2019
Mercúrio	Refeições prontas	<0,0015-0,0149	NA	Roma et al., 2017
Mercúrio	Peixes	0,03-1,67	NA	Soares et al., 2016
Mercúrio	Peixes	0,0025-0,187	0,056	Wang et al., 2018
Mercúrio	Peixes	0,011-0,101	0,024	Jitaru et al., 2019
Estanho	Frutas enlatadas	1,11-59,8	NA	Divis et al., 2017
Estanho	Mexilhão	NA	1,9	Emerenciano et al., 2008
Estanho	Vegetais	0,050-0,898	NA	Ghasemidehkordi et al., 2017
Estanho	Purê de frutas	0,042-3,330	0,424	Chekri et al., 2019
Estanho	Batatas e produtos à base de batata	0,042-0,106	0,063	Chekri et al., 2019
Estanho	Produtos hortícolas, exceto batatas	0,042-0,176	0,0649	Chekri et al., 2019

NA: Dados não apresentados.

Tabela 1 - Contaminantes inorgânicos em alimentos relatados entre 2010-2020.

As preocupações com a intoxicação por contaminantes inorgânicos metálicos aumentaram nas últimas décadas, especialmente em relação a saúde humana. O consumo de alimentos é a principal via de exposição da população em geral, sendo peixes e outros frutos do mar os principais alimentos que relatam a presença desses contaminantes. Além disso, os alimentos enlatados, amplamente consumidos principalmente devido ao baixo custo, elevada vida útil e facilidade de preparo, estão intimamente relacionados a exposição de Sn pela dieta, tornando-o fonte de risco para saúde humana. Com isso, torna-se indispensável o consumo de alimentos certificados, para promover a garantia da qualidade do produto, minimizando os danos à saúde do consumidor devido a ingestão aguda e/ou crônica e consequente acúmulo desses contaminantes inorgânicos metálicos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. K.; ANJOS, V. E.; FELSNER, M. L.; TORRES, Y. R.; QUINÁRIA, S. P. Direct determination of Cd, Pb and Cr in honey by slurry sampling electrothermal atomic absorption spectrometry. **Food Chemistry**, v. 146, p. 166-173, 2014.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.html. Acesso em: 26 out. 2019.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile for arsenic. U.S. Department of Health and Human Services: Atlanta, GA, 2007.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile for cadmium. U.S. Department of Health and Human Services: Atlanta, GA, 2012.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile for lead. U.S. Department of Health and Human Services: Atlanta, GA, 2019.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile for mercury. U.S. Department of Health and Human Services: Atlanta, GA, 1999.

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile for tin. U.S. Department of Health and Human Services: Atlanta, GA, 2005.

BARRA C. M.; SANTELLI, R. E.; ABRÃO, J. J.; GUARDIA, M. Especificação de arsênio - Uma revisão. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 58-70, 2000.

BATISTA, B. L.; SOUZA, J. M. O.; SOUZA, S. S.; BARBOSA Jr., F. Speciation of arsenic in rice and estimation of daily intake of different arsenic species by Brazilians through rice consumption. **Journal of Hazardous Materials**, v. 191, n. 1-3, p. 342-348, 2011.

BUCHET, J. P.; LAUWERYS, R.; ROELS, H. Comparison of the urinary excretion of arsenic metabolites after a single oral dose of sodium arsenite, monomethylarsonate, or dimethylarsinate in man. **International archives of occupational and environmental health**, v. 48, n. 1, p. 71-79, 1981.

CASTRO-GONZÁLEZ, M. I.; MÉNDEZ-ARMENTA, M. Heavy metals: Implications associated to fish consumption. **Environmental toxicology and pharmacology**, v. 26, n. 3, p. 263-271, 2008.

CHEKRI, R.; LE CALVEZ, E.; ZINCK, J.; LEBLANC, J. C.; SIROT, V.; HULIN, M.; NOËLD, L.; GUÉRIN, T. Trace element contents in foods from the first French total diet study on infants and toddlers. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 78, p. 108-120, 2019.

CIMA, F. Tin: Environmental Pollution and Health Effects. **Encyclopedia of Environmental Health**, 2nd Edition, p. 1-11, 2018.

COMISSÃO EUROPEIA (CE)- Regulamento n° 242/2004 da Comissão, de 12 de Fevereiro de 2004 que altera o Regulamento (CE) n° 466/2001 no que diz respeito ao estanho na forma inorgânica nos géneros alimentícios.

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

DIVIS, P.; ST'ÁVOVÁ, E.; PORÍZKA, J.; DRÁBIKOVÁ, J. Determination of tin, chromium, cadmium and lead in canned fruits from the Czech market. **Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences**, v. 11, n. 1, p. 564-570, 2017.

EFSA (European Food Safety Authority). "Scientific opinion on lead in food." European Food Safety Authority. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). *EFSA J*, v. 8, 1570–1717, 2010.

EFSA (European Food Safety Authority). Cadmium dietary exposure in the European population. *EFSA J*, v. 10, n. 1, p. 2551-2587, 2012.

ELINDER, C. G.; FRIBERG, L.; LIND, B.; JAWAID, M. Lead and cadmium levels in blood samples from the general population of Sweden. **Environmental research**, v. 30, n. 1, p. 233-253, 1983.

EMERENCIANO, D. P.; SILVA, H. F. O.; CARVALHO, G. C.; CRUZ, A. M. F.; MOURA, M. F. V. Análise da ocorrência de metais: bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, níquel e zinco, em mexilhão (*Anomalocardia brasiliana*) coletados no Estuário Potengi/Jundiá -RN. **Revista Publica**, v. 4, n. 2, p. 01-09, 2008.

ENGSTRÖM, A.; MICHAËLSSON, K.; VAHTER, M.; JULIN, B.; WOLK, A.; ÅKESSON, A. Associations between dietary cadmium exposure and bone mineral density and risk of osteoporosis and fractures among women. **Bone**, v. 50, n. 6, p. 1372-1378, 2012.

EPA, U. S. 40 CFR Parts 9, 141, 142: National primary drinking water regulations; arsenic and clarifications to compliance and new source contaminants monitoring; final rule. *Federal Register*, v. 66, n. 14, p. 6976-7066, 2001.

FILIPPINI, T.; TANCREDI, S.; MALAGOLI, C.; CILLONI, S.; MALAVOLTI, M.; VIOLI, F.; VESCOVI, L.; BARGELLINI, A.; VINCETI, M. Aluminum and tin: Food contamination and dietary intake in an Italian population. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 52, p. 293-301, 2019.

FLANAGAN, P. R.; McLELLAN, J. S.; HAIST, J.; CHERIAN, M. G.; CHAMBERLAIN, M. J.; VALBERG, L. S. Increased dietary cadmium absorption in mice and human subjects with iron deficiency. **Gastroenterology**, v. 74, n. 5, p. 841-846, 1978.

FLORA, S. J. S. **Handbook of arsenic toxicology**. Academic Press, 2014.

FOWLER, B. A.; ALEXANDER, J.; OSKARSSON, A. Toxic metals in food. In: Handbook on the Toxicology of Metals. **Academic Press**, p. 123-140, 2015.

GHASEMIDEHKORDI, B. MALEKIRAD, A. A.; NAZEM, H.; FAZILATI, M.; SALAVATI, H.; REZAEI, M. Tin levels in perennial and annual green leafy vegetables. **International Journal of Vegetable Science**, v. 23, n. 4, p. 340-345, 2017.

GBOGBO, F.; OTOO, S. D.; ASOMANING, O.; HUAGO, R. Q. Contamination status of arsenic in fish and shellfish from three river basins in Ghana. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, p. 1-7, 2017.

GIDLOW, D. A. Lead toxicity. **Occupational Medicine**, v. 65, p. 348-356, 2015.

HAMILTON, E. I.; MINSKI, M. J.; CLEARY, J. J. The concentration and distribution of some stable elements in healthy human tissues from the United Kingdom An environmental study. **Science of the Total Environment**, v. 1, n. 4, p. 341-374, 1973.

HUNTER, D.; RUSSELL, D. S. Focal cerebellar and cerebellar atrophy in a human subject due to organic mercury compounds. **Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry**, v. 17, p. 235-241, 1954.

IARC (International Agency for Research on Cancer). Monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. Over all Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs, v. 1-42, Lyon, France, 1987.

JAMES, H. M.; HILBURN, M. E.; BLAIR, J. A. Effects of meals and meal times on uptake of lead from the gastrointestinal tract in humans. **Human Toxicology**, v. 4, n. 4, p. 401-407, 1985.

JITARU, P.; INGENBLEEK, L.; MARCHOND, N.; LAURENT, C.; ADEGBOYE, A.; HOSSOU, S. E.; KONÉF, A. Z.; OYEDELEG, A., D.; KISITOH, C., S. K., J.; DEMBÉLÉH, Y., K.; EYANGO, S.; VERGERI, P.; LE BIZECC, B., L.; LEBLANCJ, J-C.; GUÉRINA, T. Occurrence of 30 trace elements in foods from a multi-centre Sub-Saharan Africa Total Diet Study: Focus on Al, As, Cd, Hg, and Pb. **Environment international**, v. 133, p. 105197, 2019.

KLAASSEN, C. D.; WATKINS, J. B. Toxicologia: A ciência básica dos tóxicos de Casarett & Doull. Portugal: McGraw-Hill de Portugal, 2001.

LIN, H.; SANTA-RIOS, A.; BARST, B. D.; BASU, N.; BAYEN, S. Occurrence and bioaccessibility of mercury in commercial rice samples in Montreal (Canada). **Food and Chemical Toxicology**, v. 126, p. 72-78, 2019.

LIU, B.; HUANG, Q.; CAI, H.; GUO, X.; WANG, T.; GUI, M. Study of heavy metal concentrations in wild edible mushrooms in Yunnan Province, China. **Food Chemistry**, v. 188, p. 294-300, 2015.

MAIZLISH, N. A.; PARRA, G.; FEO, O. Neurobehavioural evaluation of Venezuelan workers exposed to inorganic lead. **Occupational and environmental medicine**, v. 52, n. 6, p. 408-414, 1995.

McLAUGHLIN, M. J.; PARKER, D. R.; CLARKE, J. M. Metals and micronutrients - food safety issues. **Field Crops Research**, v. 60, p. 143-163, 1999.

MAZUMDER, D. G.; DASGUPTA, U. B. Chronic arsenic toxicity: studies in West Bengal, India. **The Kaohsiung Journal of Medical Sciences**, v. 27, n.9, p. 360-370, 2011.

MORALES-AIZPURÚA, I. C.; TENUTA-FILHO, A.; SAKUMA, A. M.; ZENEON, O. Mercúrio total em cação comercializado em São Paulo - SP, Brasil. **Food Science and Technology**, v. 19, n. 3, p. 429-432, 1999.

MOREIRA, F. R.; MOREIRA, J. C. A cinética do chumbo no organismo humano e sua importância para a saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 9, n. 1, p. 167-181, 2004.

NORDBERG, G. F. Chelating agents and cadmium toxicity: problems and prospects. **Environmental health perspectives**, v. 54, p. 213-218, 1984.

NORDBERG, G. F.; FOWLER, B. A.; NORDBERG, M. **Handbook on the Toxicology of Metals**. Academic press, 2015.

NORDBERG, G. F.; NOGAWA, K.; NORDBERG, M. Cadmiun. In: **Handbook on the Toxicology of Metals**. Academic press, p. 667-716, 2015.

OTERO, X. L.; TIERRA, W.; ATIAGA, O.; GUANOLUISA, D.; NUNES, L. M.; FERREIRA, T. O.; RUALES, J. Arsênico em agrossistemas de arroz (água, solo e plantas de arroz) nas províncias de Guayas e Los Ríos, Equador. **Ciência do Meio Ambiente Total**, v. 573, p. 778-787, 2016.

REHMAN, Z. U.; KHAN, S.; BRUSSEAU, M. L.; SHAH, M. T. Lead and cadmium contamination and exposure risk assessment via consumption of vegetables grown in agricultural soils of five-selected regions of Pakistan. **Chemosphere**, v. 168, p. 1589-1596, 2016.

RICE, K. M.; WALKER JR, R. M.; WU, M.; GILLETTE, C.; BLOUGH, E. R. Environmental mercury and its toxic effects. **Journal of Preventive Medicine & Public Health**, v. 47, n. 2, p. 74-83, 2014.

ROMA, A.; ESPOSITO, M.; CHIARAVALLE, E.; MIEDICO, O.; FILIPPIS, S. P.; BRAMBILLA, G. Occurrence of cadmium, lead, mercury, and arsenic in prepared meals in Italy: Potential relevance for intake assessment. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 63, p. 28-33, 2017.

SANTOS, Q. O.; JUNIOR, M. M. S.; LEMOS, V. A.; FERREIRA, S. L.; DE ANDRADE, J. B. An online preconcentration system for speciation analysis of arsenic in seawater by hydride generation flame atomic absorption spectrometry. **Microchemical Journal**, v. 143, p. 175-180, 2018.

SATARUG, S.; GARRETT, S. H.; SENS, M. A.; SENS, D. A. Cadmium, environmental exposure, and health outcomes. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 5, p. 2587-2602, 2011.

SHIBAMOTO, T.; BJELDANES, L. F. **Introdução à toxicologia dos alimentos**. Elsevier Brasil, 2013.

SKERFVING, S.; BERGDAHL, I. A. Lead. In: **Handbook on the Toxicology of Metals**. Academic press, p. 911-967, 2015.

SOARES, J. L. F.; GOCH, Y. G. F.; PELEJA, J. R. P.; FORSBERG, B. R.; LEMOS, E. J. S.; SOUSA, O. P. Bioacumulação de mercúrio total (Hg) e hábitos alimentares de peixes da bacia do Rio Negro, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 102-106, 2016.

TANG, X.; WU, X.; DUBOIS, A. M.; SUI, G.; WU, B.; LAI, G.; GONG, Z.; GAO, H.; LIU, S.; ZHONG, Z.; LIN, Z.; OLSON, Z.; REN, X. (2013). Toxicity of trimethyltin and dimethyltin in rats and mice. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 90, n. 5, p. 626-633, 2013.

VAHTER, M.; ENVALL, J. In vivo reduction of arsenate in mice and rabbits. **Environmental Research**, v. 32, n. 1, p. 14-24, 1983.

WANG, Y.; XIE, Q.; XU, Q.; XUE, J.; ZHANG, C.; WANG, D. Mercury bioaccumulation in fish in an artificial 2 lake used to carry out cage culture. **Journal of Environmental Sciences**, v. 78, p. 352-359, 2019.

WINSHIP, K. A. Toxicity of tin and its compounds. **Adverse Drug Reactions and Acute Poisoning Reviews**, v. 7, n. 1, p. 19-38, 1988.

ZALUPS, R. K. Molecular interactions with mercury in the kidney. **Pharmacological Reviews**, v. 2, p. 113-143, 2000.

ZHANG, W.; GUO, Z.; SONG, D.; DU, S.; ZHANG, L. Arsenic speciation in wild marine organisms and a health risk assessment in a subtropical bay of China. **Science of the Total Environment**, v. 626, p. 621-629, 2018.

CAPÍTULO 3

RELAÇÃO ENTRE A IDADE E A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE IDOSAS FRÁGEIS INSTITUCIONALIZADAS

Data de aceite: 01/07/2021

Cristianne Confessor Castilho Lopes

Universidade da Região de Joinville
Joinville – SC

Marilda Moraes da Costa

Associação Educacional Luterana
Faculdade IELUSC
Joinville – SC

Antônio Vinícius Soares

Associação Educacional Luterana
Faculdade IELUSC
Joinville – SC

Stefany da Rocha Kaiser

Associação Educacional Luterana
Faculdade IELUSC
Joinville – SC

Luís Fernando da Rosa

Universidade da Região de Joinville
Joinville – SC

Daniela dos Santos

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
Caçador - SC

Paulo Sérgio Silva

UniSociesc
Joinville – SC

Tulio Gamio Dias

Escola de Artes, Ciências e Humanidades da
USP
São Paulo - SP

Eduardo Barbosa Lopes

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
Caçador – SC

Laísa Zanatta

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
Caçador – SC

Vanessa da Silva Barros

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
Caçador – SC

Heliude de Quadros e Silva

Universidade Alto Vale do Rio do Peixe
Caçador – SC

Youssef Elias Ammar

Universidade do Sul de Santa Catarina
Tubarão – SC

RESUMO: INTRODUÇÃO: Nas últimas décadas, devido à redução das taxas de mortalidade e a queda das taxas de natalidade houve uma transformação no perfil demográfico no Brasil que resultou no aumento da longevidade, e conseqüentemente, no número expressivo de idosos. Com o aumento da expectativa de vida, surgem alterações funcionais que podem comprometer a independência funcional e a qualidade de vida desta população. Dentre as alterações mais relevantes associadas ao envelhecimento destaca-se a Síndrome da Fragilidade do Idoso (SFI). Esta síndrome é considerada altamente prevalente, resultando em conseqüências dramáticas à saúde do idoso. Dados norte-americanos apontam uma prevalência de 7 a 12%, e na América Latina e alguns países Caribenhos a prevalência aumentou consideravelmente, sendo de 30 a 48% em mulheres e 21 a 35% em homens. Estas

taxas superam em muito, não somente dados norte-americanos, mas também de países europeus. OBJETIVO: Foi analisar a relação entre a idade e a composição corporal de idosas frágeis institucionalizadas. METODOLOGIA: Foram selecionadas 40 idosas, com idade ≥ 70 anos, com diagnóstico de SFI sem traços demenciais e/ou depressivos. Após a determinação do índice de massa corporal (IMC) foi realizada a classificação em três grupos ($n=6$ com baixo peso <22 kg/m², $n=13$ eutróficas 22 a 27 kg/m², e $n=21$ com sobrepeso >27 kg/m²), foram avaliados ainda, o índice de massa muscular total (IMMT) por equação preditiva, e a força de preensão manual (FPM) por dinamometria. RESULTADOS: Foram encontradas diferenças significativas nas médias do IMC (baixo peso 20,1; eutróficas 25,2 e sobrepeso 30,5; $p<0,000$) e do IMMT (baixo peso 4,9; eutróficas 6,3 e sobrepeso 7,8; $p<0,000$). Ambos os índices diminuíram com o avanço da idade. A média do IMMT foi inferior aos valores normativos (5,9 a 9,5 kg.m⁻²) apenas no grupo de baixo peso. Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas entre os grupos nas medidas de FPM (baixo peso 17,2; eutróficas 16,2 e sobrepeso 18,6), o grupo com sobrepeso apresentou melhor desempenho. **CONCLUSÃO:** Os resultados apontam que na medida em que a idade avança ocorre redução do IMC e do IMMT. Embora o grupo com as melhores medidas de força muscular tenha sido aquele com sobrepeso, este foi o de menor idade. Porém, vale lembrar que estes achados podem corroborar com o Paradoxo Obesidade-Mortalidade, onde o peso corporal, embora acima dos valores referenciais para idosos (entre 22 e 27 kg/m²) poderia manifestar-se como um fator protetor para o idoso, representando assim uma reserva de energia que poderia ser utilizada diante de condições patológicas, como a desnutrição ou infecções. Salienta-se a importância da avaliação minuciosa da composição corporal, estado nutricional e da força muscular em idosos e, ainda, sugere-se que a manutenção do peso corporal seja mantida, ao menos, em níveis próximos do normal.

PALAVRAS-CHAVE: Fragilidade; Avaliação Geriátrica; Saúde do idoso institucionalizado.

RELATION BETWEEN AGE AND BODY COMPOSITION OF INSTITUTIONALIZED FRAGILE ELDERLY WOMEN

ABSTRACT: INTRODUCTION: In the last decades, due to the reduction of mortality rates and the fall of birth rates, there has been a transformation in the demographic profile in Brazil, which has increased longevity, and consequently, in the expressive number of elderly people. With the increase in life expectancy, functional alterations arise that can compromise the functional independence and quality of life of this population. Among the most relevant aging-related alterations is the Frailty Syndrome of the Elderly (FFS). This syndrome is considered highly prevalent, resulting in dramatic consequences to the health of the elderly. North American data show a prevalence of 7 to 12%, and in Latin America and some Caribbean countries the prevalence has increased considerably, being 30 to 48% in women and 21 to 35% in men. These rates far exceed not only North American data but also data from European countries. OBJECTIVE: To analyze the relation between age and body composition of institutionalized fragile elderly women. METHODOLOGY: Forty elderly women, aged ≥ 70 years, diagnosed with SFI without dementia and/or depressive features were selected. After body mass index (BMI) determination, classification into three groups was performed ($n=6$ underweight <22 kg/m², $n=13$ eutrophic 22 to 27 kg/m², and $n=21$ overweight >27 kg/m²), total muscle mass index (TMSI) by predictive equation, and handgrip strength (HGS) by dynamometry were also

evaluated. RESULTS: Significant differences were found in the means of BMI (underweight 20.1; eutrophic 25.2 and overweight 30.5; $p < 0.000$) and IMMT (underweight 4.9; eutrophic 6.3 and overweight 7.8; $p < 0.000$). Both indices decreased with advancing age. The mean IMMT was lower than normative values (5.9 to 9.5 kg.m⁻²) only in the low weight group. Although no significant differences were found between the groups in the FPM measurements (underweight 17.2; eutrophic 16.2, and overweight 18.6), the overweight group performed better. CONCLUSION: The results show that as age advances there is a reduction in BMI and IMMT. Although the group with the best muscle strength measurements was the overweight group, this was the youngest group. However, it is worth remembering that these findings may corroborate the Obesity-Mortality Paradox, where body weight, although above the reference values for the elderly (between 22 and 27 kg/m²) could manifest itself as a protective factor for the elderly, thus representing an energy reserve that could be used when facing pathological conditions such as malnutrition or infections. The importance of a thorough evaluation of body composition, nutritional status, and muscle strength in the elderly is emphasized, and it is also suggested that bodyweight should be maintained at least at levels close to normal.

KEYWORDS: Frailty; Geriatric Assessment; Health of the institutionalized elderly.

INTRODUÇÃO

Em conformidade com Meneguci, Santos e Damião (2014), a transição demográfica é uma realidade tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, a exemplo do Brasil, sendo representada pelo aumento significativo da população idosa acompanhado de maiores expectativas de vida a cada ano. Estimativas sugerem que, na atualidade, aproximadamente 10% (705 milhões) da população mundial seja representada por idosos, sendo que, em 2050, tal prevalência atingirá 32% (2 bilhões) (FREITAS et al., 2015).

Segundo Falsarella (2015), o envelhecimento constitui em um processo contínuo e gradual, bem como heterogêneo entre as populações, visto que é influenciado pelo ambiente, cultura, genética e presença ou ausência de condições patológicas. Sob o ponto de vista biológico, o envelhecimento caracteriza-se pela diminuição da capacidade dos sistemas corporais em manter o equilíbrio homeostático sob condições de sobrecarga funcional, conduzindo à maior vulnerabilidade. Nesse sentido, alterações nas dimensões física, cognitiva e social na população idosa contribuem para o aumento do risco de manifestações adversas na saúde.

Em idosos, a funcionalidade global, isto é, a capacidade do indivíduo gerir a própria vida ou cuidar de si mesmo consiste em um preditor importante de saúde, pois considera o funcionamento dinâmico e integrado entre o ambiente, a cognição e as habilidades motoras. Nessa perspectiva, investigações quanto às variáveis associadas ao envelhecimento, como a composição corporal, são relevantes no âmbito da geriatria e da gerontologia atuais, visto que as modificações na composição corporal, com o avançar da idade, apresentam impacto importante no estado de saúde, na capacidade funcional e na qualidade de vida (FALSARELLA, 2015).

As mudanças na composição corporal são inerentes à fisiologia do envelhecimento e devem-se à redução de massa magra, principalmente de massa muscular e densidade mineral óssea, à diminuição de estatura, às alterações do peso, à redistribuição do tecido adiposo, com maior acúmulo no tronco e nas vísceras e menor nos membros, e às alterações na compressibilidade e elasticidade dos tecidos. Nas mulheres, por exemplo, o aumento de massa corporal atinge seu platô aos 75 anos, quando esta começa a declinar associada à redução de água corporal e de massa muscular (TAVARES et al., 2015; SILVA; PEDRAZA; MENEZES, 2015).

No entanto, tais modificações na composição corporal podem contribuir para desfechos desfavoráveis à mobilidade, como quedas, fraturas, limitação nas tarefas de autocuidado e na vida independente, além de representarem um fator preditor para a Síndrome da Fragilidade do Idoso (SFI), comorbidades e mortalidade (FALSARELLA, 2015).

É provável que as mudanças no estilo de vida da população mundial ocorridas nas últimas décadas, tais como a alteração do perfil dietético, a inatividade física e o tabagismo determinaram o fenômeno da transição epidemiológica, caracterizada pela redução da mortalidade por doenças infecciosas, porém, com o aumento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) que têm na base o excesso de peso (CARLOS; GAZZOLA; GOMES, 2016; MENEGUCI; SANTOS; DAMIÃO, 2014).

De acordo com Costa e Neri (2011), além do progressivo comprometimento funcional decorrente das manifestações clínicas das DCNT inerentes ao envelhecimento, também devemos considerar o aumento da prevalência da SFI, resultando em consequências dramáticas à saúde do idoso. Dados norte-americanos apontam uma prevalência de 7 a 12%, enquanto na América Latina e alguns países Caribenhos a prevalência aumentou consideravelmente, sendo de 30 a 48% em mulheres e 21 a 35% em homens. Estas taxas superam em muito, não somente dados norte-americanos, mas também de países europeus (XUE, 2011).

Conforme Pereira, Spyrides e Andrade (2016) e Soares et al. (2016) esse contexto de envelhecimento e predomínio de DCNT e da SFI nessa faixa etária exige das autoridades e dos pesquisadores da área uma atenção especial quanto aos aspectos epidemiológicos e clínicos desse grupo de pessoas.

Com base nesta argumentação, o objetivo deste estudo foi analisar a relação entre a idade e a composição corporal de idosas frágeis institucionalizadas.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo descritivo desenvolvido nas instituições de longa permanência (ILPs) Bethesda e Betânia, em Joinville, Santa Catarina, Brasil. O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos do Instituto Superior e

Centro Educacional Luterano Bom Jesus/IELUSC sob o número 393.274. Para participar do estudo as idosas assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Participantes do Estudo

De um total de 140 idosos residentes nas duas maiores ILPs da cidade de Joinville-SC (Bethesda e Betânia) foram avaliadas 45 mulheres idosas com idade ≥ 70 anos selecionadas intencionalmente. Este processo ocorreu após uma triagem inicial das equipes de saúde das instituições. Cinco participantes não fizeram parte do estudo conforme critérios de exclusão (duas com traços demenciais, duas com comprometimentos secundários ao AVC, e uma parkinsoniana). Desta forma, participaram do estudo 40 mulheres com diagnóstico de SFI, apresentando características de fragilidade segundo os critérios já estabelecidos (FRIED *et al*, 2001). Não apresentavam déficit cognitivo ou traços depressivos, avaliados pelo Miniexame do Estado Mental e pela Escala de Depressão Geriátrica, respectivamente. Todas viviam há pelo menos três anos nas instituições, recebiam as mesmas orientações nutricionais e cuidados gerais de saúde, como o uso regular de medicamentos, monitoramento dos sinais vitais, e eram independentes para as suas atividades de vida diária.

Instrumentos de Medida e Procedimentos de Avaliação

As avaliações foram iniciadas por meio de uma ficha cadastral constando os dados de identificação pessoal, uma breve anamnese e uma relação de doze patologias e/ou disfunções associadas (hipertensão arterial sistêmica, diabetes melito, acidente vascular cerebral, parkinsonismo, cardiopatia, pneumopatia, nefropatia, obesidade, doença reumática, déficits visual, auditivo e/ou vestibular), medicamentos em uso e tratamentos associados. Como instrumentos de triagem inicial foram utilizados o Miniexame do Estado Mental, considerando notas de corte de acordo com o grau de escolaridade (WAJMAN *et al*, 2014; BRUCKI *et al*, 2003) e a Escala de Depressão Geriátrica para rastrear idosos com perfil depressivo (VALIM-ROGATTO *et al*, 2011).

Para classificar o nível de atividade física (baixo, moderado e alto) foi utilizado o Questionário Internacional de Atividade Física - Forma Curta (VALIM-ROGATTO *et al*, 2011).

A força muscular foi avaliada através da dinamometria. Utilizou-se o dinamômetro de Preensão Manual TAKEI® para avaliação da força de preensão manual. A avaliação da força de preensão manual foi mensurada conforme recomendações da Associação Americana de Terapeutas da Mão (SOARES *et al*, 2012). O equipamento foi calibrado antes das coletas de dados. Após a realização de duas medidas de contração isométrica máxima (3 a 5 segundos) a melhor medida foi registrada.

Para avaliação da massa muscular foi utilizada uma equação preditiva (LEE *et al*, 2000) estabelecendo o Índice de Massa Muscular Total (IMMT) que varia entre 5,9 a 9,5

kg.m⁻², calculado pela fórmula abaixo. Onde o Índice de Massa Muscular Total é expresso por IMMT (kg.m⁻²) = MMT / E².

$$\text{Massa Muscular Total (MMT)} = 0,244 \cdot PC + 7,80 \cdot E1 - 0,098 \cdot I + 6,6 \cdot S + Et - 3,3$$

Onde PC = peso corporal, em kg; E1 = estatura, em metros; I = idade, em anos; S = sexo (mulher = 0 e homem = 1; Et = etnia (caucasianos = 0, asiáticos = -1,2; afro-descendentes = 1,4).

Utilizou-se ainda, uma Balança digital com resolução de 50g para mensurar a massa corporal (Modelo 2096PP, Marca Toledo®, BR), um Estadiômetro com resolução de 1 mm para aferir a estatura (Modelo ES2020, Fabricante *American Medical* do Brasil Ltda, Marca Sanny®, BR).

Após a determinação do Índice de Massa Corporal (IMC), as idosas foram classificadas em três grupos: Baixo peso <22 kg/m²; Eutróficas 22 a 27 kg/m²; e Sobrepeso >27 kg/m². Esta classificação do estado nutricional com base no IMC foi proposta pela *Nutrition Screening Initiative*, considerando as modificações na composição corporal inerentes ao envelhecimento. Estes pontos de corte foram adotados para idosos no Brasil segundo recomendações do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN). Esta classificação parece ser mais adequada para a população idosa do que a classificação geral clássica recomendada pela OMS (PEREIRA et al, 2016).

Análise dos Dados

A tabulação e análise dos dados foi realizada no software GraphPad Prism 6®. Foram obtidos dados da estatística descritiva como, as médias e desvios padrões. Para verificar as diferenças entre os grupos classificados pelo IMC foi aplicado o teste *t* de *Student* com nível de significância de 95% (p<0,05). Para verificar a relação entre a idade e as outras variáveis do estudo utilizou-se o Teste de Correlação de Pearson, com nível de significância de 95% (p<0,05).

	IMC <22 n=6	valor p	IMC 22 a 27 n=13	valor p	IMC >27 n=21
Idade	87,5 (4,8)	0,476	85,4 (7,7)	0,213	82,2 (5,5)
MEEM	27,3 (3,7)	0,164	24,5 (4,0)	0,899	24,7 (3,6)
IMC	20,1 (0,8)	0,000*	25,2 (1,7)	0,000*	30,5 (2,5)
IMMT	4,9 (0,4)	0,000*	6,3 (0,6)	0,000*	7,8 (0,9)
FPM	17,2 (4,9)	0,684	16,2 (5,0)	0,194	18,6 (5,5)

IMC, Índice de Massa Corporal (kg/m²); **Idade**, em anos; **MEEM**, Miniexame do Estado Mental (0-30); **IMMT**, Índice de Massa Muscular Total (5,9 a 9,5 kg.m⁻²); **FPM**, força de prensão manual (kgf, mulheres >16). Todas as variáveis apresentam média **M** e desvio padrão (**DP**).

* diferença significativa (p<0,05).

Tabela 1. Resumo dos resultados dos três grupos classificados segundo o IMC.

O primeiro aspecto interessante a ser observado na Tabela 1 é que o IMC diminui na medida em que a idade avança, muito embora a diferença de idade entre os grupos não tenha sido significativa, este dado chama a atenção. Contudo, pode-se observar que os grupos apresentam diferença significativa quanto às médias de IMC e IMMT. Das 40 mulheres participantes do estudo a maioria está com sobrepeso (52,5%), e quanto ao IMMT, apenas o grupo de baixo peso (IMMT 4,9 kg.m⁻²) apresentou índices inferiores aos valores normativos (5,9 a 9,5 kg.m⁻²). As melhores médias de FPM são do grupo com sobrepeso, sendo 8,1% superior ao grupo de baixo peso e 14,8% superior ao grupo eutrófico.

Neste estudo, além da classificação das idosas em grupos com base no IMC, também foi realizada uma análise de correlação entre a idade e as outras variáveis controladas. Esta análise é do grupo como um todo, uma vez que há muita discrepância entre o número de participantes em cada grupo, e isto prejudica a análise de correlação individual dos grupos. Os dados obtidos são mostrados na Tabela 2.

	MEEM	IMC	IMMT	FPM
Valor r	-0,08	-0,40	-0,52	-0,14
Valor p	0,626	0,010*	0,001*	0,376

MEEM, Miniexame do Estado Mental (0-30); **IMC**, Índice de Massa Corporal (kg/m²); **IMMT**, Índice de Massa Muscular Total (5,9 a 9,5 kg.m⁻²); **FPM**, força de prensão manual (kgf). * Coeficientes de correlação significativos (p<0,05).

Tabela 2. Análise de correlação da Idade *versus* outras variáveis.

A Tabela 2 mostra que houve correlação negativa moderada da idade com IMC e o IMMT, ou seja, na medida em que a idade avança ocorre redução de ambos os índices. Também houve uma correlação positiva muito forte entre o IMC e o IMMT (r 0,89 p<0,000), mostrando que quanto maior o IMC, maior será o IMMT. Ao menos em parte, isso pode ser explicado por que o IMMT obtido pela equação preditiva adotada neste estudo utiliza o valor do IMC entre as variáveis de cálculo.

Quanto ao aspecto cognitivo avaliado pelo MEEM e da força muscular avaliada pela FPM não foram observadas correlações significativas da idade com estas variáveis.

DISCUSSÃO

Sabe-se que o envelhecimento pode alterar a composição corporal. O que causa controvérsia é desvendar quais as alterações que podem trazer prejuízos à saúde dos idosos. A perda progressiva de massa e de força musculares, e a redistribuição da gordura corporal com maior acúmulo na região abdominal são algumas destas alterações que podem comprometer a mobilidade, a realização de atividades cotidianas, aumentar o risco

de quedas, e gerar progressiva incapacidade funcional (FALSARELLA, 2015).

Em conformidade com Carneiro et al. (2017) a redução do IMC relacionada ao avanço da idade, demonstrada anteriormente nos nossos resultados, predomina em idosos longevos e possui alta relação com a fragilidade. Volpini e Frangella (2013) enfatizam que as mulheres possuem maior predisposição ao desenvolvimento da fragilidade quando comparado aos homens, visto que apresentam maior expectativa de vida, e assim, tornam-se mais suscetíveis ao longo do tempo aos efeitos deletérios cumulativos das doenças crônico-degenerativas.

Ressalta-se que o IMC é uma medida rotineira importante para detectar o grau de desnutrição e avaliar a composição corporal. Nossos achados mostraram um predomínio de idosas com sobrepeso. A deposição de massa gorda na mulher ocorre mais tardiamente, a partir da menopausa, sobretudo pela queda nos níveis de estrogênio provocando um acúmulo de gordura que acaba refletindo nos valores de IMC (PEREIRA; SPYRIDES; ANDRADE, 2016).

Embora a média de idade tenha sido alta, ou seja, de idosas mais velhas (acima de 75 anos), os resultados do presente estudo mostraram que aquelas com sobrepeso tiveram a menor média de idade. Tal achado é corroborado pelo estudo de Oliveira, Duarte e Reis (2016) que mostraram que na medida em que a idade avança os valores de IMC tendem a reduzir. De acordo com Pereira, Spyrides e Andrade (2016) há uma redução significativa no IMC com o avanço da idade e isso é explicado pelas mudanças fisiológicas decorrentes do envelhecimento. Tais como, a redução do olfato e da visão, diminuição das papilas gustativas, dificuldades de mastigação, utilização de próteses dentárias mal adaptadas, e estes, são fatores que contribuem para a desnutrição do idoso. Alterações morfológicas do estômago e dificuldades da absorção dos nutrientes, assim como, na lentificação do esvaziamento gástrico com conseqüente aumento do tempo de saciedade são fatores adicionais para desenvolver o quadro de desnutrição (VIEIRA et al., 2015).

Outro aspecto relevante que caracteriza a fragilidade como um fenômeno multidimensional é a significativa redução do nível de atividade física, característica comum em idosos, sobretudo os institucionalizados, acelerando o desenvolvimento da sarcopenia e dinapenia (VOLPINI; FRANGELLA, 2013). A perda de massa muscular é mais acentuada em indivíduos sedentários, com redução de até 50%. Habitualmente esta alteração é acompanhada da transformação na composição corporal, onde a massa muscular é substituída por massa gorda (TELMA, 2017).

O avanço da idade também afeta dramaticamente o níveis de força muscular. Existe relação entre a perda de massa muscular e a redução da força muscular (SOARES et al., 2017). Tal efeito negativo sobre a massa e força musculares são, ao menos em parte, explicados pela queda dos níveis hormonais, e ainda, por fatores neurais como a degeneração das unidades motoras (VIEIRA et al., 2015). Para avaliar esta valência física, a força muscular, utiliza-se habitualmente a dinamometria de preensão manual. Esta

medida reflete a força global do paciente por possuir boa correlação com grandes grupos musculares corporais (SOARES et al, 2017). Como encontrado em nosso estudo as idosas com maiores medidas de IMC obtiveram melhor desempenho nos testes de força avaliados pela dinamometria. Tais achados são corroborados por outros estudos que encontraram em idosos com baixo peso/desnutridos um pior desempenho nos testes de força muscular (SILVA et al, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Parece bem evidente que mudanças marcantes ocorrem na composição corporal em decorrência do avanço da idade. Tais alterações são relacionadas especialmente às condições nutricionais e ao nível reduzido da atividade física dos idosos. Assim, cabe lembrar que se deve realizar na prática clínica, uma avaliação minuciosa da composição corporal e da força muscular.

Podemos sugerir que a manutenção do peso corporal em níveis próximos do normal, bem como, da manutenção da força muscular pode ser alcançada com o controle de doenças crônico-degenerativas, boa alimentação e a prática regular de atividade física. Tais recomendações devem nortear o manejo de idosos, tanto no âmbito da prevenção, como na possível reversão dos sinais e sintomas da síndrome da fragilidade.

REFERÊNCIAS

ALENCAR Maria Socorro Silva, MELO, Martha Teresa Siqueira Marques, SOUZA, Renatta Coêlho de, CAMPOS, Clélia de Moura Fé, MENESES, Andressa Viana, SEPÚLVEDA, Lindaiane de Sá, NUNES, Ivone Freires de Oliveira Costa. Perdas de massa muscular e adiposa após institucionalização: atenção aos mais idosos. **Geriatr Gerontol Aging**; Rio de Janeiro, RJ; 9(4):150-155, 2015.

CARLOS, Adriana Guedes; GAZZOLA, Juliana Maria; GOMES, Andréa de Carvalho. Funcionalidade de idosos institucionalizados: a influência do estado nutricional. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 17-22, 2016.

CARNEIRO, Jair Almeida; CARDOSO, Rafael Rodrigues; DURÃES, Meiriellen Silva; GUEDES, Maria Clara Araújo; SANTOS, Frederico Leão; COSTA, Fernanda Marques da; CALDEIRA, Antônio Prates. Fragilidade em idosos: prevalência e fatores associados. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, DF, v. 70, n. 4, p. 780-5, 2017.

FALSARELLA, Gláucia Regina. **Análise da associação entre a composição corporal e a síndrome da fragilidade em idosos**. 2015. 153p. Tese (Doutorado em Gerontologia) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Campinas, 2015.

FLUETTI, Marina Tadini; FHON, Jack Roberto Silva; OLIVEIRA, Ana Paula de; CHIQUITO, Larissa Martins Ortega; MARQUES, Sueli. Síndrome da fragilidade em idosos institucionalizados **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, Rio de Janeiro, 21(1): 62-71, 2018.

FREITAS, Ana Flávia de; PRADO, Monalisa Abilla, CAÇÃO, João de Castilho; BERETTA, Denise; ALBERTINI, Silvia. Sarcopenia e estado nutricional de idosos: uma revisão da literatura. **Arquivos de Ciência da Saúde**, São José do Rio Preto, SP, v. 22, n. 1, p. 09-13, 2015.

MENEGUCI, Joilson; SANTOS, Álvaro da Silva; DAMIÃO, Renata. Avaliação Nutricional e fatores sociodemográficos, condições de saúde e hábitos associados em idosos. **O Mundo da Saúde**, v. 38, n. 3, p. 277-285, 2014.

PEREIRA, Ingrid Freitas da Silva; SPYRIDES, Maria Helena Constantino; ANDRADE, Lára de Melo Barbosa. Estado nutricional de idosos no Brasil: uma abordagem multinível. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. 5, p. e00178814, 2016.

SILVA, Nathalie de Almeida; PEDRAZA, Dixis Figueroa; MENEZES, Tarciana Nobre de. Desempenho funcional e sua associação com variáveis antropométricas e de composição corporal em idosos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n. 12, p. 3723-3732, 2015.

SOARES, Antonio V.; MARCELINO, Elessandra, JÚNIOR, Noé G. Borges; DOMENECH, Susana C.; LOCH, Monique S. G.; JÚNIOR, Yoshimasa Sagawa. Relação entre dinapenia, sarcopenia e mobilidade funcional em idosos frágeis institucionalizados. **Revista Medicina (Ribeirão Preto. Online)**, v. 49, n. 3, p. 195-201, 2016.

TAVARES, Elda Lima; SANTOS, Débora Martins dos; FERREIRA, Aline Alves; MENEZES, Maria Fátima Garcia. Avaliação nutricional de idosos: desafios da atualidade. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 18, n. 3, p. 643-650, 2015.

TELMA, Martins Figueiredo. **Fragilidade, composição corporal e estado nutricional em idosos a residir na comunidade**. 2017. 98 f. Dissertação (Mestrado em Cuidados Continuados) — Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico de Bragança - IPB, Bragança, 2017.

VIEIRA, Sarah Carolina Almeida Luna; GRANJA, Karolyne Soares Barbosa; EXEL, Ana Luiza; CALLES, Ana Carolina do Nascimento. A força muscular associada ao processo de envelhecimento. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Maceió, v. 3, n. 1, p. 93-102, 2015.

VOLPINI, Milena Maffei; FRANGELLA, Vera Silvia. Avaliação nutricional de idosos institucionalizados. **Einstein**. São Paulo, v. 11, n. 1, p. 32-40, 2013.

OLIVEIRA, Thalita Andrade; DUARTE, Stenio Fernando Pimentel; REIS, Luciana Araújo do. Relação entre índice de massa corporal e desempenho motor de idosos pertencentes a grupos de convivência. **Texto Contexto Enfermagem**, v. 25, n.4, p. e3370014, 2016.

GOBBO, Luís Alberto et al. Massa muscular de idosos do município de São Paulo-Estudo SABE: Saúde, Bem-estar e Envelhecimento. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2012.

Walston J, McBurnie MA, Newman A, Tracy RP, Kop WJ, Hirsch CH, et al. Frailty and activation of the inflammation and coagulation systems with and without clinical morbidities: results from the cardiovascular health Study. *Arch Intern Med* 2002; 162:2333-41.

WALSTON, Jeremy et al. Frailty and activation of the inflammation and coagulation systems with and without clinical comorbidities: results from the Cardiovascular Health Study. **Archives of internal medicine**, v. 162, n. 20, p. 2333-2341, 2002.

STATUS, WHO Physical. **The use and interpretation of anthropometry**. Geneva CH. WHO 1995, technical report 854, 1995.

MACIEL, S. S. S. V. et al. Perfil epidemiológico das quedas em idosos residentes em capitais brasileiras utilizando o Sistema de Informações sobre Mortalidade. **Rev AMRIGS**, v. 54, n. 1, p. 25-31, 2010.3.

KWIATKOWSKA, Małgorzata; WALCZAK, Zbigniew. Qualitative evaluation of diets of students at the University of the Third Age at Koszalin University of Technology. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 67, n. 1, 2016.

KELAIDITI, Eirini; VAN KAN, Gabor Abellan; CESARI, Matteo. Frailty: role of nutrition and exercise. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 17, n. 1, p. 32-39, 2014.

BORTZ, Walter M. A conceptual framework of frailty: a review. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 57, n. 5, p. M283-M288, 2002.

SOARES, Antonio Vinicius et al. Estudo comparativo sobre a propensão de quedas em idosos institucionalizados e não-institucionalizados através do nível de mobilidade funcional. **Fisioterapia Brasil**, v. 4, n. 1, p. 12-6, 2003.

PEREIRA, Silvia Regina Mendes et al. Quedas em idosos. Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia, p. 1-8, 2001.

SOARES, Antonio Vinicius et al. Relação entre mobilidade funcional e dinapenia em idosos com fragilidade. 2017.

VERAS, Renato. Population aging today: demands, challenges and innovations. **Revista de saúde pública**, v. 43, n. 3, p. 548-554, 2009.

GILL, Thomas M. et al. Transitions between frailty states among community-living older persons. **Archives of internal medicine**, v. 166, n. 4, p. 418-423, 2006.

Clark BC, Manini TM. What is dynapenia? *Nutrition*. 2012; 28:495-503.

FIGUEIREDO, Telma Martins. **Fragilidade, composição corporal e estado nutricional em idosos a residir na comunidade**. 2017. Tese de Doutorado.

MANINI, Todd M.; CLARK, Brian C. Dynapenia and aging: an update. **Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences**, v. 67, n. 1, p. 28-40, 2011.

MACEDO, Camila; GAZZOLA, Juliana Maria; NAJAS, Myrian. Síndrome da fragilidade no idoso: importância da fisioterapia. **Arquivos brasileiros de ciências da saúde**, v. 33, n. 3, 2008.

GILLESPIE, Lesley D. et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. **Cochrane Database Syst Rev**, v. 9, n. 11, 2012.

TRIBESS, Sheilla; JÚNIOR, Jair Sindra Virtuoso; DE OLIVEIRA, Ricardo Jacó. Atividade física como preditor da ausência de fragilidade em idosos. **Revista da associação médica brasileira**, v. 58, n. 3, p. 341-347, 2012.

- Franco MR, Pereira LSM, Ferreira PH. Exercise interventions for preventing falls in older people living in the community. *Br J Sports Med Month*. 2013;0(0).
- DUQUE, Gustavo et al. Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. **Clinical interventions in aging**, v. 8, p. 257, 2013.
- RENDON, Abel Angel et al. The effect of virtual reality gaming on dynamic balance in older adults. **Age and ageing**, v. 41, n. 4, p. 549-552, 2012.
- SINGH, Devinder KA et al. Participating in a virtual reality balance exercise program can reduce risk and fear of falls. **Maturitas**, v. 73, n. 3, p. 239-243, 2012.
- DE BRUIN, E. D. et al. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. **Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie**, v. 43, n. 4, p. 229-234, 2010.
- HOLDEN, Maureen K. Virtual environments for motor rehabilitation. **Cyberpsychology & behavior**, v. 8, n. 3, p. 187-211, 2005.
- CORRÊA, Ana Grasielle Dionísio et al. Realidade virtual e jogos eletrônicos: uma proposta para deficientes. **Realidade virtual na paralisia cerebral. São Paulo: Plêiade**, p. 68-87, 2011.
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *Journal of Gerontology Series A, Med Sciences*. 2001;56(3):M146-M156.
- BRUCKI, Sonia MD et al. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. **Arquivos de neuro-psiquiatria**, 2003.
- VALIM-ROGATTO, Priscila Carneiro; CANDOLO, Cecilia; BRÊTAS, Ana Cristina Passarella. Nível de atividade física e sua relação com quedas acidentais e fatores psicossociais em idosos de centro de convivência. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, 2011.
- Figueiredo KMOO, Lima KC, Guerra RO. Instrumentos de avaliação do equilíbrio corporal em idosos. *RBCDH*. 2007;9(4):408-413.
- SCHOENE, Daniel et al. Discriminative ability and predictive validity of the timed Up and Go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 61, n. 2, p. 202-208, 2013.
- Piva SR, Fitzgerald GK, Irrgang JJ, Bouzubar F, Starz TW. Get up and Go test in patients with knee osteoarthritis. *ArchPhysMedRehabil*. 2004; 85:284-289.
- BENEDETTI, Tânia R. Bertoldo et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 1, p. 11-6, 2007.
- BLEAKLEY, Chris M. et al. Gaming for health: A systematic review of the physical and cognitive effects of interactive computer games in older adults. **Journal of Applied Gerontology**, v. 34, n. 3, p. NP166-NP189, 2015.

Rossito GM, Hounsell MS, Kemezonski A, Wehrmeister. Uma taxonomia para softwares 3d interativos. In: *Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. Rio de Janeiro. [S.1: s.n.], 2012;23(1). ///

Soares AV, Araújo M, Postól MK, Bruckheimer AD, Hounsell MS, Woelner SS. Realidade virtual: efeitos na recuperação do membro superior de pacientes hemiparéticos por acidente vascular cerebral. *Arq Catarin Med*. 2014;43(1):15-20.

ARAÚJO, Mônica et al. Realidade virtual: efeitos na recuperação do membro superior de pacientes hemiparéticos por acidente vascular cerebral. **Arq. Catarinenses Med**, v. 43, n. 1, p. 15-20, 2014

AGMON, Maayan et al. A pilot study of Wii Fit exergames to improve balance in older adults. **Journal of geriatric physical therapy**, v. 34, n. 4, p. 161-167, 2011.

SZTURM, Tony et al. Effects of an interactive computer game exercise regimen on balance impairment in frail community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. **Physical therapy**, v. 91, n. 10, p. 1449-1462, 2011.

SUÁREZ, Hamlet; SUÁREZ, Alejo; LAVINSKY, Luiz. Postural adaptation in elderly patients with instability and risk of falling after balance training using a virtual-reality system. **International Tinnitus Journal**, v. 12, n. 1, p. 41, 2006.

VIRK, Sumandeep; MCCONVILLE, Kristiina M. Valter. Virtual reality applications in improving postural control and minimizing falls. In: **Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS'06. 28th Annual International Conference of the IEEE**. IEEE, 2006. p. 2694-2697.

SAPOSNIK, Gustavo et al. Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle. **Stroke**, v. 41, n. 7, p. 1477-1484, 2010.

LUCCA, Lucia Francesca. Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: a generation of progress? **Journal of rehabilitation medicine**, v. 41, n. 12, p. 1003-1006, 2009.

JANG, Sung Ho et al. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 86, n. 11, p. 2218-2223, 2005.

SHAMSUDDIN, Syadiah Nor Wan; LESK, Valerie; UGAIL, Hassan. Virtual environment design guidelines for elderly people in early detection of dementia. In: **Proc. International Conference of Computer and Information Science**. 2011. p. 751-755.

STUDENSKI, Stephanie et al. Interactive video dance games for healthy older adults. **The journal of nutrition, health & aging**, v. 14, n. 10, p. 850-852, 2010.

HAGEDORN, D. K.; HOLM, E. Effects of traditional physical training and visual computer feedback training in frail elderly patients. A randomized intervention study. **European journal of physical and rehabilitation medicine**, v. 46, n. 2, p. 159-168, 2010.

YOUNG, William et al. Assessing and training standing balance in older adults: a novel approach using the 'Nintendo Wii' Balance Board. **Gait & posture**, v. 33, n. 2, p. 303-305, 2011.

WOODS, Julie L. et al. Poor physical function in elderly women in low-level aged care is related to muscle strength rather than to measures of sarcopenia. **Clinical interventions in aging**, v. 6, p. 67, 2011.

REBELATTO JR, CASTRO AP, CHAN A. Quedas em idosos institucionalizados: características gerais, fatores determinantes e relações com coma força de preensão manual. **Acta Ortop Bras**. 2007; 15(Supl. I3):151-4.

SAÚDE MENTAL: AGRAVOS DECORRENTES DO MEIO AMBIENTE

Data de aceite: 01/07/2021

Adelcio Machado dos Santos

Pós-Doutor em Gestão do Conhecimento pela UFSC. Docente, pesquisador e orientador dos Programas de Pós-graduação em Desenvolvimento e Sociedade e em Educação da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP)
Caçador/SC/Brasil

RESUMO: A relação entre o meio ambiente, o homem e a sociedade estreitam seus laços quando se constata que, em curto período, a questão ambiental vem sendo absorvida pelos mais diversos setores da sociedade. Estudo com objetivo identificar como o pensamento sistêmico pode ajudar no equilíbrio da saúde mental do indivíduo em relação aos agravos decorrentes do meio ambiente. Trata-se de um estudo qualitativa, de revisão de literatura sistemática, de artigos completos, publicados online entre 2000 a 2020. Em um meio ambiente estável, economicamente resolvido e socialmente harmônico o indivíduo se encontra sem doenças. Indivíduos que não formulam problemas de saúde mental tem cada vez mais procurados assistência de serviço social e humano. Os casos de sofrimento mental aumentam consideravelmente, muitos relacionados à ansiedade e a depressão, distúrbios psiquiátricos de uma sociedade que vive cada vez mais pressionada. A conexão saúde-mente aparece com um dos aspectos mais marcantes deste fenômeno social, que deve ser analisado à luz do Pensamento Sistêmico.

Conclui-se que o binômio meio ambiente – saúde mental está diretamente ligada à dinâmica do crescimento populacional e a obrigação moral para com os demais seres vivos e para com as futuras gerações.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente. Saúde Mental. Pensamento Sistêmico.

MENTAL HEALTH: AGGRAVATIONS ARISING FROM THE ENVIRONMENT

ABSTRACT: The relationship between the environment, man and society is closer when we see that, in a short period, the environmental issue has been absorbed by the most diverse sectors of society. Study aiming to identify how systemic thinking can help in the balance of the individual's mental health in relation to the health problems arising from the environment. This is a qualitative study, systematic literature review, complete articles, published online between 2000 and 2020. In a stable, economically resolved and socially harmonious environment, the individual is free of diseases. Individuals who do not formulate mental health problems are increasingly seeking social and human service assistance. The cases of mental suffering increase considerably, many related to anxiety and depression, psychiatric disorders in a society that is under increasing pressure. The health-mind connection appears with one of the most striking aspects of this social phenomenon, which must be analyzed in the light of Systemic Thinking. We conclude that the binomial environment - mental health is directly linked to the dynamics of population growth and the moral obligation towards other living beings

and towards future generations.

KEYWORDS: Environment. Mental health. Systemic Thinking.

1 | INTRODUÇÃO

A relação entre o meio ambiente, o homem e a sociedade estreitam seus laços quando se constata que, em curto período, a questão ambiental vem sendo absorvida pelos mais diversos setores da sociedade. Milhares de pessoas no mundo estão envolvidas em eventos que buscam reorganizar o meio ambiente e os diferentes ecossistemas. (UNEP, 2021; LIMA, 1999).

O meio ambiente recebe duas abordagens s como um problema social, a primeira refirma a preocupação e a mobilização social para a proteção ambiental gerada pelas condições de degradação do meio ambiente e das variáveis que interferem para a destruição. A segunda é a reformulação da sociologia dos problemas sociais, deslocando a atenção das condições objetivas para o processo social de construção do meio ambiente que vêm gerando um problema social, destaque para os problemas de ordem mental. (UNEP, 2019; LIMA, 1999; BARCIOTTE, SACARO JUNIOR, 2012).

Para a professora Claudia Mayorca professora da Universidade Federal de Minas Gerais, conceituar saúde mental não é uma tarefa fácil, envolve muitos conhecimentos, dúvidas e sentimentos sobre o assunto. A Organização Mundial de Saúde (OMS) conceitua saúde mental como um bem-estar, no qual o homem desenvolve estratégias pessoais para conseguir lidar com as situações de estresse em sua vida, mantém uma vida produtiva e contribui para a sociedade em que vive. (UFMG, 2016).

A Organização das Nações Unidas (ONU) defende a dependência do homem dos ecossistemas, assim como as pessoas, o planeta precisa estar saudável. (UNEP, 2021) No mundo moderno, cada vez mais se observa a necessidade de novas maneiras de ensinar, pensar e agir. Com as modificações tecnológicas, faz-se necessário um sistema educacional que primeiro e primordialmente faça com que a ciência chegue ao menos favorecidos, é necessária a compreensão de disciplinas tais como: física, química, matemática e biologia.

O conhecimento é a base para que o homem se conscientize que sua saúde depende do meio em que ele vive. O bem estar mental das pessoas depende de vários fatores como a redução/eliminação da poluição, se acredita que alguns poluentes possam estar relacionados a doenças mentais (depressão, ansiedade, demência e suicídio), o chumbo desprezado no meio ambiente leva a diminuição da inteligência, dificuldades comportamentais e problemas de aprendizado. (UNEP, 2019). A construção de uma sociedade saudável passa por um meio ambiente de interpretação dinâmica e que promova a sanidade mental do homem social. (OLIVEIRA, 2012).

O Pensamento Sistêmico pode ser entendido como a capacidade de perceber, modelar e avaliar as consequências das ações de maneira expandida no tempo e no

espaço. (OLIVEIRA, 2012). Podendo ser tido também, como a forma de pensar e construir o pensamento, no sentido cognitivo, em que o processamento deste conhecimento é influenciado por uma linguagem de base sistêmica.

A partir de todo o panorama apresentado é possível inferir uma lacuna entre a ação e a teoria entre os transtornos mentais decorrentes do desequilíbrio do meio ambiente. O estudo tem como objetivo identificar como o pensamento sistêmico pode ajudar no equilíbrio da saúde mental do indivíduo em relação aos agravos decorrentes do meio ambiente.

2 | DESENVOLVIMENTO

Brügger (1998, p. 63) afirma que:

“Poluição, extinção e mau uso dos recursos naturais são, sobretudo sintomas – assim como a febre é um sintoma, e não uma doença – de uma crise maior: a crise de paradigma e de civilização”.

2.1 Revisão de literatura

Numa compreensão integrada desse universo social e organizacional, o Pensamento Sistêmico apresenta-se como possibilidade promissora, visto que procura entender essas visões macro e micro, segundo um todo maior do que a soma das compreensões segmentadas, compreensões estas que ainda predominam nos estudos sobre tal universo. (SILVA, 2015).

Nesse contexto, o universo social e organizacional se assemelha ao universo, tal como é conhecido, tanto na forma estrutural como em suas dinâmicas. Existem ainda visões semelhantes, na comparação entre os dois universos, para o entendimento do nível micro e macro, considerando que tudo é um único processo que se encontra em constante movimento e mudança, em contextos extremamente interdependentes e complementares. (SILVA, 2015).

Conforme Santos *et al.* (2007) na década de 60, Peter Senge apresentou as abordagens referentes à Quinta Disciplina, que servem como embasamento para o Pensamento Sistêmico. Algumas transformações ocorridas com a educação nos últimos tempos influenciam e modificam o pensar e fazer educação.

Alternativas de compreensão das organizações constituem-se particular desafiador entre os estudos organizacionais, embora as organizações existam, não existem compreensões suficientemente consistentes que unam o macro ao micro universo organizacional. (SILVA, 2015).

Para Lima *et al.* (2021) os indicadores sociais colaboram para a organização dos serviços de saúde, avaliam avanços, retrocessos e estagnação em vários pontos da sociedade. O Plano de Ação de Saúde Mental Abrangente entre 2013-2020 da OMS, que traçou quatro objetivos primordiais:

[...] liderança e governança mais eficazes para a saúde mental; a prestação de serviços de saúde mental e assistência social abrangentes e integrados em ambientes comunitários; implementação de estratégias de promoção e prevenção; e fortalecimento dos sistemas de informação, evidências e pesquisas. (OMS, 2013).

A partir do Pensamento Sistêmico embasado nas ideias de Peter Senge busca-se incrementar as metodologias sistemáticas de ensino. Até porque a abordagem sistêmica caminha lidar com a complexidade dos sistemas, o realismo dos modelos, e a resolutividade dos problemas, auxiliando na resolução dos agravos em saúde mental.

À medida que o sistema é simplificado, perde o realismo, mas se torna de maior resolutividade. Em contraposição, na medida em que se aumenta o realismo do modelo proposto, mais complexo se torna o sistema e de mais difícil resolução. (SILVA, 2015).

A definição de um problema emerge dentro de determinado cenário social e cultural, a princípio se reconhece que todas as demandas são importantes, entretanto a dinâmica social e política confere destaque aos atributos e aos problemas que são considerados condições sociais problemáticas à população. Juntamente com o contexto cultural, elementos estruturais, no Brasil a organização do Estado e a Constituição Federal, também configuram que cabe ao governo o dever da saúde do povo, inclusive a saúde mental. (BRASIL, 2001; FUKS, 2000).

A disputa em torno da definição dos problemas sociais possui uma dimensão na herança histórica local/contextual, responsável pela geração do repertório de recursos culturais disponíveis. (SHIKI, 2004; CUNHA e AUGUSTIM, 2014). Os recursos simbólicos contidos nas leis são abstratos demais para definir o sentido do meio ambiente e o meio ambiente. Eles apenas estabelecem conflitos gerais.

No sentido do meio ambiente, como problema social não é gerado exclusivamente por categorias que o definem, também depende da configuração dos contornos do problema ambiental no âmbito das disputas locais. Exhaustivamente os problemas relacionados ao meio ambiente são exemplificados quanto à disputa de terras, questões imobiliárias, ameaça na destruição de moradias populares, como núcleo do problema ambiental da cidade saúde mental e social, quando se fala do meio ambiente. (FUKS, 2000).

Na 65.a Assembleia Mundial de Saúde na resolução WHA 65.4 sobre os transtornos mentais e a necessidade de resposta integral coordenada entre os setores sanitários e sociais, preparou um plano de ações integral para saúde mental com foco em quatro pilares: promoção, prevenção, tratamento e reabilitação. O homem que tem seu lugar na sociedade encontra situações e ambientes de vulnerabilidade onde estão expostos. (OMS, 2013). Por conseguinte, observa-se que ocorre um avanço quanto à preocupação sobre meio ambiente, sendo exhaustivamente discutido, em função da degradação da natureza e consequente decadência da qualidade de vida, tanto nas cidades quanto no campo. Entre outras razões, esta situação decorre do mau gerenciamento ambiental advindo do setor

público e privado. O desenvolvimento social abrange outras dimensões além da ecológica, implicando em última análise na melhor qualidade de vida e na saúde mental e social.

O valor econômico ou o custo de oportunidades dos recursos ambientais, muitas vezes não é observado no mercado por intermédio do sistema de preços. Desse modo, Motta (2006) destaca que, no entanto, como os demais bens e serviços presentes no mercado, seu valor econômico deriva de seus atributos, com a peculiaridade de que estes atributos podem ou não estar associados ao uso. Os usos e não-usos dos recursos ambientais encerram valores que necessitam de avaliação para se fazerem as opções entre usos e não-usos. O lazer faz parte da vida do indivíduo, cada vez mais assistimos a degradação de áreas ao ar livre, espaço utilizado pela população, gratuitamente, para descarregar o estresse vivenciado no dia a dia e promover a saúde mental.

No relatório da ONU (2020) cita o estudo realizado no Centro Médico do Hospital Infantil de Cincinnati nos Estados Unidos sobre os altos níveis de poluição do tráfego rodoviário e o alto índice de ansiedade. Enfatiza a necessidade de áreas e corredores verde, uma maneira de proporcionar ambientes saudáveis à saúde mental de motoristas e da população, uso de energia limpa como o transporte elétrico e não motorizado.

A questão ambiental surgiu a três décadas, até então, com relatos sobre poluição da água, mortandade de peixes, poluição visual ligada às propagandas em *outdoor*, à poluição do ar e às perturbações das doenças dela advindas. (SANTOS, 2021). De acordo com Branco (2004), o próprio termo preservacionismo aplicava-se tão-somente à proteção contra a erosão do solo.

A presença do homem está ligada a preservação e manutenção das condições naturais do meio ambiente para a qualidade de vida das gerações futuras. (PELEGRINI, 2006). As tecnologias avançaram e trouxeram melhor qualidade à vida do homem, especialmente nas atividades corriqueiras, entretanto esse avanço tornou os produtos tecnológicos rapidamente descartáveis e substituíveis. O doloroso impacto da destruição do meio ambiente, por meio de impactos constantes, desencadeia insegurança, além da ansiedade e depressão, quadro como transtorno do pânico estresse pós-traumático pode tornar inviável a preservação da vida dos seres humanos. (MEIRELLES, 2019).

Nos dias atuais, a questão ambiental, além de ser do interesse dos cientistas, dos profissionais da saúde, dos profissionais do direito e dos ecologistas, também vem sendo analisada pela sociedade em geral.

A questão ambiental está se tornando um assunto obrigatório nas salas de aula, nas discussões de políticas regionais, nacionais e internacionais, nas agendas dos executivos, tal fato está acontecendo em decorrência de um relacionamento entre o meio ambiente e o desenvolvimento econômico, que acabou por modificar o ponto crítico de vida em sociedade.

2.2 Metodologia

Trata-se de um estudo qualitativa, de revisão literatura sistemática.

Para tanto se escolheu como fonte de busca a *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) para localizar artigos publicados na íntegra, online, entre os anos de 2000 a 2020, utilizando os termos saúde mental, abordagem sistêmica, meio ambiente.

Os 11 (onze) artigos dos anos de 2009; 2012; 2013; 2014; 2015; 2017; 2020; 2021; foram baixados *online*, lidos na íntegra, sendo anotados os fatos importantes sobre o tema de pesquisa. Os dados encontrados foram analisados e discutidos a luz de outras bibliográficas relevantes disponíveis.

2.3 Análise dos resultados

Para Montibeller Filho (2004) se destaca que em princípio, considerada isoladamente, uma formação social concreta pode apresentar-se positivamente em relação ao desenvolvimento sustentável. Entretanto, em geral, os economistas ambientais não são explícitos em relação à questão mais relevante, pois que coerente com uma visão humanista, a saber, quando à probabilidade de se alcançar em escala planetária, no capitalismo, o novo padrão de desenvolvimento.

Nesse contexto, sustentabilidade é uma terminologia que recentemente ganhou popularidade e que, de uma maneira geral, significa a utilização de determinado recurso natural de tal forma que ele permaneça continuamente disponível. Contudo, o termo é utilizado de maneira vaga e equivocadamente em certas circunstâncias. Assim, Zilberman (1997) destaca que esse termo é definido como a garantia de que as futuras gerações terão iguais oportunidades de acesso aos recursos oferecidos atualmente pelo planeta.

Há também a argumentação, de acordo com o mesmo autor, que a sustentabilidade se refere a tipos de desenvolvimento que são economicamente viáveis, não agredem ao ambiente e são socialmente justos. Entretanto, é necessário aprender como manter os recursos ambientais, de forma a continuarem a prover benefícios à população humana e a outras formas de vida no planeta.

Em um meio ambiente estável, economicamente resolvido e socialmente harmônico o indivíduo se encontra sem doenças. Indivíduos que não formulam problemas de saúde mental tem cada vez mais procurados assistência de serviço social e humano. O psicólogo necessita desconstruir o papel especialista objetivo e apolítico, construindo uma aliança sustentável com os clientes. (SOTERO e RELVAS, 2012).

Na realidade a sustentabilidade social perdeu seu valor em detrimento de um sistema gerador de desigualdades, com a concentração fundiária nas mãos de poucos, expulsando grande parte da população para as periferias das cidades gerando miséria, pobreza, abuso de drogas lícitas e ilícitas, violência, desemprego, entre outras tantas mazelas sociais. (NEY e HOFFMANN, 2009). Cabe urgentemente a formulação de um planejamento social que contemple educação, saúde, trabalho, renda, habitação, aposentadoria as atuais e as

novas gerações.

É substancial que os problemas ambientais e a crise urbana sejam avaliados de forma integrada, interdisciplinar e global, desconsiderando a existência de fronteiras políticas entre as diferentes nações. (CUNHA e AUGUSTIM, 2014). Ou seja, a preservação do meio ambiente para garantir a qualidade de vida, é uma questão de responsabilidade mundial, que exige um trabalho em conjunto por parte dos mais diversos países.

O aumento crescente da conscientização da sociedade em benefício da preservação ambiental vem provocando pressões de entidades não governamentais e de comunidades sobre os governos e as empresas para que estas admitam a responsabilidade sobre os estragos provocados ao meio ambiente, para que assim então seja realizada uma administração voltada à consciência ecológica. (CUNHA e AUGUSTIM, 2014).

Os casos de sofrimento mental aumentam consideravelmente, muitos relacionados à ansiedade e a depressão, distúrbios psiquiátricos de uma sociedade que vive cada vez mais pressionada. Alguns pacientes apresentam outras comorbidades clínicas, outros vivenciam o desemprego e o gênero feminino vive ansiedade em relação ao sexo oposto. (GULLICH *et al.*, 2013).

O assunto é complexo e envolve fatores políticos, econômicos, sociais nas sociedades. A saúde mental é parte da saúde em geral, abrange aspectos físicos, mental e social, além de fatores socioeconômicos. (OMS, 2013).

Para que os detrimientos ambientais não alcancem maiores proporções, isto é, estrago irreversível será indispensável que todos se unam. Os problemas que circundam a realidade ambiental do país determinam que soluções imediatas sejam tomadas, ainda que sejam parciais, preliminares e incertas. A educação ambiental será diretamente imprescindível para conscientizar a sociedade e, desta maneira, conseguir uma participação mais ativa.

Atualmente, vivenciamos a pandemia do coronavírus que criou um ambiente com fatores de risco ambiental para o homem e trouxe problemas de saúde mental para os trabalhadores da saúde e a população em geral. Os atendimentos da psicologia *on-line* e abordagens de atendimento coletivo para lidar com o aumento de pacientes que sofrem de solidão pela quarentena, distúrbios de depressão e/ou ansiedade. São doenças que causam inúmeros problemas e que necessita de abordagem sistêmica. (CAMPOS *et al.*, 2020).

No transcorrer dos últimos anos, observa-se o aparecimento de uma nova realidade social, que se formou a partir dos avanços tecnológicos em todas as áreas do conhecimento científico. Entretanto, o desenvolvimento econômico, que propicia o aumento de riquezas para alguns, tem como consequência um efeito indesejável, sendo que ao invés de aumentar, acaba por diminuir a qualidade de vida da população.

Cabe ao psicólogo, do ponto das terapias sistêmicas pós-modernas não ser um agente neutro, mas ter um posicionamento consciente e ético. A abordagem sistêmica surge na década de 50 a partir de profissionais insatisfeitos como a psicologia desenvolvida

aproximando com a Terapia Familiar Sistêmica, veem a família como vários micros sistemas que funcionam a partir das características gerais familiares. (CELESTINO e BUCHER-MALUSCHKE, 2015).

A adoção de uma política ambiental mais adequada com leis mais rígidas, fiscalização, monitoramento ambiental apropriado e permanente, investimentos maiores em pesquisas de solução ecologicamente sustentável para os problemas ambientais e apoios fiscais as empresas, será a opção mais viável para dominar os detrimientos e impactos negativos causados ao meio ambiente. Não obstante, na educação ambiental é necessário ainda atender aos valores éticos, ou seja, respeitar os valores que fazem parte da cultura humana local. (BILERT, 2014).

Destaque-se, de acordo com Grün (1996), que se configura fundamental executar uma abordagem hermenêutica para buscar a dimensão ética e política da educação ambiental. De acordo com essa perspectiva, a concepção de educação ambiental precisa ir além do limiar epistemológico, produzindo uma abordagem ambiental por meio de uma tematização das áreas do conhecimento em um ponto de vista ético-histórico que se estenda para além do currículo. Isso se deve ao fato de que tudo o que é transmitido nas escolas influencia a maneira como os educandos compreendem as relações existentes entre cultura e o meio ambiente. (GRÜN, 1996).

A abordagem sistêmica contempla que o *habitus* do indivíduo, grupo e sociedade moderna é a família, escola, trabalho, grupos sociais e cultura de massa, onde a interação acontece em todos os locais com processos mentais acionados pelo ambiente de interação. Com lutas entre agentes, relações de força, distribuição das formas econômicas, culturais e sociais nos segmentos sociais. (CELESTINO e BUCHER-MALUSCHKE, 2015).

Portanto, ao se utilizar um enfoque global, tendo por base uma extensa perspectiva interdisciplinar, a educação ambiental designa uma realidade dentro da qual se distingue a existência de uma profunda interdependência entre o meio natural e o meio artificial. Sendo assim, de acordo com Cheney apud Grün (1996), evidencia-se que os seres humanos são socialmente edificados e os sujeitos e as comunidades são biorregionalmente construídos.

No transcorrer dos últimos anos, observa-se o aparecimento de uma nova realidade social, que se formou a partir dos avanços tecnológicos em todas as áreas do conhecimento científico. Entretanto, o desenvolvimento econômico, que propicia o aumento de riquezas para alguns, tem como consequência um efeito indesejável, sendo que ao invés de aumentar, acaba por diminuir a qualidade de vida da população.

A educação ambiental, sob a base interdisciplinar, colabora para que se explique a vinculação dos atos do presente com as decorrências do futuro. Portanto, a educação ambiental precisa ser direcionada à comunidade local, despertando o interesse das pessoas para que estas tenham participação em um processo ativo, que intente buscar a solução dos problemas dentro da conjuntura das peculiaridades que caracterizam a realidade específica de uma determinada comunidade. (GRÜN, 1996).

A questão da preservação do meio ambiente é um fator que atua diretamente na qualidade de vida e na saúde mental da população. Assim, aspectos que garantam qualidade de vida, somente estarão assegurados se o progresso local permitir aos integrantes da comunidade uma vida com dignidade, com respeito às garantias dadas pelos direitos humanos e com a preservação do meio ambiente para as gerações futuras.

Por conseguinte, emerge que a qualidade de vida, ademais de depender do respeito aos direitos humanos e a dignidade do ser humano, igualmente depende do respeito ao meio ambiente, cuja destruição resulta em consequências que atingem diretamente a vida humana. Por sua vez, o respeito ao meio ambiente está ligado ao desenvolvimento de políticas públicas e práticas econômicas que garantam um desenvolvimento sustentável, ou seja, a produção de tecnologias que não contribuam para a degeneração ambiental. (CUNHA e AUGUSTIM, 2014).

O meio ambiente e o indivíduo não adoecem sozinho, a realidade física e social contribui para o adoecimento clínico e mental como também para a cura de ambos. O que vai determinar a finalização o processo é a dinâmica pessoal e os recursos financeiros. (SOUSA e COSTA, 2017).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É certo que, a solução para grande parte dos problemas ambientais passa, basicamente, pela educação ambiental, pelas ações coletivas, pela conscientização e engajamento da população, que ao mesmo tempo é a via para encaminhar as questões de preservação da biodiversidade, dos mananciais, da ocupação territorial e de tantos outros problemas.

O binômio meio ambiente – saúde mental está diretamente ligada à dinâmica do crescimento populacional e a obrigação moral para com os demais seres vivos e para com as futuras gerações. Tem-se como principal desafio do desenvolvimento, atender às necessidades e aspirações de uma população cada vez maior.

Na abordagem sistêmica o foco do atendimento vai além do indivíduo doente, avança quanto à dinâmica familiar, secundariamente, nem menos importante, está o meio ambiente que se vive onde a doença mental nasce.

REFERÊNCIAS

BARCIOTTTE, M. L.; SACCARO JÚNIOR. A importância da educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos. **Repositório do Conhecimento do IPEA**, Brasília, ed. 74, n. 9 p. 1-2, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9139>

BILERT, V. S. de S. Educação ambiental como instrumento de desenvolvimento sustentável: perspectivas contemporâneas no ensino superior. **C&D-Revista Eletrônica da Fainor**, Vitória da Conquista, v.7, n.1, p.73-93, jan./jun. 2014.

BRANCO, S. M. **O meio ambiente em debate**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2004. (Coleção Polêmica).

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Centro Gráfico, 2001.

BRÜGGER, P. Visões estreitas na educação ambiental. **Ciência hoje**, v. 24, n. 141, p. 62-65, ago. 1998.

CAMPOS, M. R. SCHRAM, J. M de A.; EMMERICK, I. C. M.; RODRIGUES, J. M. Carga de doença da covid-19 e de suas complicações agudas e crônicas: reflexões sobre a mensuração (DALY) e perspectivas no Sistema Único de Saúde. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n. 36, v. 11 p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csp/2020.v36n11/e00148920/pt/> Acesso: 26 abr. 2021.

CELESTINO, V. R. R.; BUCHER-MALUSCHKE, J. S. Um novo olhar para a abordagem sistêmica na psicologia. **FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, Franca, v.18, n.3, p.318-329, 2015.

CUNHA, B. P.; AUGUSTIM, S (org.) **Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais**. Caxias do Sul: Educs, 2014.

FUKS, M. Definição de agenda, debate público e problemas sociais: uma perspectiva argumentativa da dinâmica do conflito social. **BIB**, Rio de Janeiro, n. 49, p. 79-84, 1. sem. 2000. Disponível em: <https://www.anpocs.com/index.php/bib-pt/bib-49/510-definicao-de-agenda-debate-publico-e-problemas-socais-uma-perspectiva-argumentativa-da-dinamica-do-conflito-social/file>. Acesso em: 20 ago. 2020.

GULLICH, I.; RAMOS, A. B.; ZAN, T. R. A; SCHERER, C.; SASSI-MENDONZA, R. A. Prevalência de ansiedade em pacientes internados num hospital universitário do sul do Brasil e fatores associados. **Rev. Bras. epidemiol**, Brasília, v. 16. n. 3, p. 644-657, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/rjrbepid/a/nX9YYs4s7k76ZwcPGX7QvLn/?format=pdf&lang=pt>Acesso em 30 mar. 2021.

GRÜN, M. **Ética e Educação Ambiental: a conexão necessária**. Campinas: Papirus, 1996. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

LIMA, G. da C. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. **Ambiente. soc.**, Campinas, n. 5, pág. 135-153, 1999. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X1999000200010&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 ago. 2020.

LIMA, I B. de; BARNARDI, F. A.; YAMADA, A. B.; VINVI, A. L. T.; RIJO, R. P. C. L.; ALVES, D.; FUREGATO, A. R. F. O uso de indicadores para a gestão dos serviços de saúde mental. **Rev. Latino-Am. Enfermagem** [online], Ribeirão Preto, v. 29, e3409, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/r/lae/article/view/184974>. Acesso em 30 mar. 2021.

MEIRELLES, J. M. L. de. Meio ambiente e saúde mental: uma perspectiva jurídica da solidariedade. XVI Congresso Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito (COPENDI), Belo Horizonte, 15 a 17 de 2007, **Anais** [...], p. 191-205. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2008. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/conpedi2/anteriores/XVI+Congresso+Nacional+-+Belo+Horizonte+\(15%2C+16+e+17+de+novembro+de+2007\).pdf](https://s3.amazonaws.com/conpedi2/anteriores/XVI+Congresso+Nacional+-+Belo+Horizonte+(15%2C+16+e+17+de+novembro+de+2007).pdf) Acesso em 30 mar. 2021.

MONTIBELLER FILHO, G. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2004.

MOTTA, R. S. da. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

NEY, M. G.; HOFFMANN, R. Educação, concentração fundiária e desigualdade de aprendizagem no meio rural brasileiro. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 47, n. 1, pág. 147-181, mar. 2009. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032009000100006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 de ago. 2020.

OLIVEIRA, K. O. **Pensamento Sistêmico**: bases epistemológicas e paradigmáticas da construção do conhecimento nas ciências da administração. Montevideu, p. 1-12, 2012. Disponível em: <https://www.kelipereiradeoliveira.com/site/wp-content/uploads/2018/07/basesepistemologicaseparadigmaticasdaconstrucaoedoconhecimentonascienciasdaadministra88204.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Plan acción sobre salud mental 2013-2020**. Genebra: OMS, 2013. Disponível em: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/97488/9789243506029_spa.pdf;jsessionid=B2BDA10152374FB1F5D27AC5E8220A9D?sequence=1 Acesso em: 10 abr. 2021.

PELEGRINI, S. C. A. Cultura e natureza: os desafios das práticas preservacionistas na esfera do patrimônio cultural e ambiental. **Rev. Bras. Hist.**, São Paulo, v. 26, n. 51, pág. 115-140, jun. 2006. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-01882006000100007&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 20 ago. 2020.

SANTOS, A. M. dos; OTANI, N.; FRANZONI, A. M. B.; MELO, P. A. de. Pensamento sistêmico na educação: imprescindibilidade na era do conhecimento. *In*: IV CONFERÊNCIA SUL-AMERICANA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA AO GOVERNO ELETRÔNICO, 20, 21, 22 de novembro de 2007, Palmas **Anais** [...].

Palmas: Centro Universitário Integrado de Ciência, Cultura e Arte – CUICA – UFT, 2007.

SANTOS, A. M. dos; FREIBERGER, R. L.; MENDES, D. Meio ambiente e saúde – Análise à luz do pensamento sistêmico. **Archives of Health**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 198-207, 2021. Disponível em: <https://latinamericanpublicacoes.com.br/ojs/index.php/ah/article/view/273>. Acesso em: 10 maio 2021.

SHIKI, S. de F. N. Alguns elementos para o debate: desenvolvimento local sustentável. *In*: RUSCHEINSKY, A. (org.). **Sustentabilidade**: uma paixão em movimento. Porto Alegre: Sulina, 2004.

SOTERO, L.; RELVAS, A. P. A intervenção com clientes involuntários: complexidade e dilemas. **Psicologia & Sociedade**, São Paulo, n. 24, n.1. p. 187-196, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/psoc/a/9RdJbBnCwSTZpdLM4PpjpK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2020.

SOUSA, A. E. de; COSTA, L. F. A. da. Abordagem sistêmica comunitária: avaliação de um serviço socioterapêutico de saúde mental em Fortaleza. **Conhecer: debate entre o público e o privado**, Fortaleza, v. 7, n. 18, p.318-329, 2017. Disponível em: <https://docplayer.com.br/66031306-Abordagem-sistemica-comunitaria-avaliacao-de-um-servico-socioterapeutico-de-saude-mental-em-fortaleza.html> Acesso em: 10 nov. 2020.

SILVA, Maria das Graças Miranda Ferreira. **A relação das categorias pluralismo e ecletismo epistemológico com a produção do conhecimento na história da educação**. Tese (Doutorado em Educação) - Centro da Educação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

UNION ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Investimentos em soluções baseadas na natureza precisam triplicar até 2030**, alerta novo relatório da ONU. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br>

UNION ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Cuidar do meio ambiente colabora com a saúde mental**. 2019. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/story/cuidar-do-meio-ambiente-colabora-com-saude-mental>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). **Relatório conclusivo da comissão instituída pelo reitor para constituir uma agenda de discussão e propor diretrizes para uma política institucional de saúde mental no âmbito da UFMG**. Belo Horizonte: UFMG, 2016. Disponível em: <https://www.ufmg.br/online/arquivos/anexos/Relatorio%20da%20Comiss%E3o%20de%20Saude%20Mental%20da%20UFMG%2010-03-17.pdf>

CAPÍTULO 5

SABERES DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA SOBRE SUPORTE BÁSICO DE VIDA

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 22/04/2021

Karine Suene Mendes Almeida Ribeiro

Faculdades Unidas do Norte de Minas
Montes Claros – MG
<http://lattes.cnpq.br/9550653195255514>

Bruna Renata Duarte Oliveira

Faculdades Unidas do Norte de Minas
Montes Claros – MG
<https://orcid.org/0000-0003-0720-309X>

Andressa Prates Sá

Faculdades Unidas do Norte de Minas
Montes Claros – MG
<https://orcid.org/0000-0002-9892-7191>

Bárbara Stéfany Ruas e Silva Dourado

Faculdades Unidas do Norte de Minas
Montes Claros – MG
<https://orcid.org/0000-0001-8441-2763>

Kezia Danielle Leite Duarte

Faculdades Unidas do Norte de Minas
Montes Claros – MG
<https://orcid.org/0000-0003-4369-6434>

Luane Karine Ferreira de Sousa

Faculdades Unidas do Norte de Minas
Montes Claros – MG
<https://orcid.org/0000-0002-4634-9828>

Raynara Laurinda Nascimento Nunes

Faculdades Unidas do Norte de Minas
Montes Claros – MG
<https://orcid.org/0000-0001-9418-926X>

Solange Macedo Santos

Enfermeira Graduada Faculdades Santo
Agostinho
Montes Claros – MG
<https://orcid.org/0000-0002-1956-44880>

Dayane Araújo Rocha

Enfermeira Graduada Universidade do Estado
de Minas Gerais
Montes Claros – MG
<https://orcid.org/0000-0001-9594-3287>

RESUMO: O presente estudo possui o objetivo de verificar os saberes dos profissionais da educação sobre suporte básico de vida. Trata-se de uma pesquisa com abordagem quantitativa, transversal e descritiva, realizada com 28 funcionários de uma escola de educação básica de Minas Gerais. A coleta de dados ocorreu a partir de um questionário estruturado e validado. Para análise desses dados, utilizou-se o programa SPSS. A propósito, o estudo foi submetido e aprovado no comitê de ética em pesquisa sob o parecer 3790557. Constatou-se que 92,9% dos participantes apresentaram conhecimento frágil para a realização de procedimentos e ações quanto a diferentes situações que exigem noções em urgência e emergência. Concluiu-se que há necessidade de implantação de um programa de treinamento de primeiros socorros com funcionários da Educação Básica, no intuito de orientá-los no concernente a estudos e técnicas sobre intervenções imediatas a uma pessoa que sofreu um mal súbito e/ou foi vítima de acidente.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino. Professores Escolares. Primeiros socorros. Reanimação

cardiopulmonar.

KNOWLEDGE OF BASIC EDUCATION PROFESSIONALS ABOUT BASIC LIFE SUPPORT

ABSTRACT: This study has the objective to verify the knowledge of education professionals on Basic Life Support. This is a research with a quantitative, transversal and descriptive approach. The study involved 28 employees in an Elementary School in Minas Gerais. We collected data through a structured and validated questionnaire. For data analysis, we used the program SPSS. The study was submitted and approved by the Research Ethics Committee under the research opinion number 3790557. We verified that 92,9% of the participants showed fragile knowledge in performing procedures and actions facing different situations that demand notions in urgency and emergency. We conclude there is a need for implementation of a First Aid training program for teachers and staff aiming to guide them facing these techniques and studies that clarify the impact of these interventions.

KEYWORDS: Teaching. School teachers. First Aid. Cardiopulmonary resuscitation.

1 | INTRODUÇÃO

Os acidentes, atualmente, representam um número significativo de ocorrências nos centros de urgência e emergência. Acidente é caracterizado pela rápida troca de energia com o meio externo e definido como um acontecimento inesperado, acidental e não planejado que contribui com um conjunto de agravos à saúde física e mental do indivíduo causando uma disfunção do meio onde ocorre (GRIMALDI *et al.*, 2020).

Nos últimos anos, o índice de acidentes envolvendo crianças e adolescentes vêm crescendo significativamente. Os casos incluem quedas, engasgos, queimaduras, torções em membros superiores e inferiores e intoxicações que podem ocorrer em qualquer lugar e a qualquer momento, por exemplo, escolas, parques entre outros. Situações como as descritas acontecem diariamente, evidenciando a necessidade de se ter o mínimo de conhecimento em técnicas de primeiros socorros para que qualquer pessoa treinada ou leiga possa auxiliar a vítima em situações de urgência e emergência até a chegada do socorro especializado (CABRAL, 2019; MATOS, 2016).

Os primeiros socorros são definidos como avaliações e condutas iniciais prestadas a uma pessoa com doença ou lesão aguda e que qualquer pessoa treinada mesmo que não seja um profissional da saúde possa realizar, com o objetivo de preservar a vida, diminuir o sofrimento e melhorar o prognóstico (BERNOCHE *et al.*, 2019).

Neste sentido, verifica-se que, no ambiente escolar acidentes podem ocorrer em qualquer momento. Sendo assim, considerando que os intervalos entre as aulas e/ou para o lanche, são momentos em que os estudantes correm e brincam livremente e, nessas atividades, há um maior risco de acidentes, é de suma importância a presença de pessoas capacitadas a prestar atendimentos adequados, tendo em vista que a ausência de pessoas capacitadas para prestar os primeiros atendimentos podem causar danos irreversíveis. A

escola é um local onde as crianças e adolescentes passam grande parte do dia por diversos anos da vida, portanto, é necessário cuidado e atenção para com eles, independentemente da faixa etária, posto que a escola é responsável pelo aluno e pela sua integridade física enquanto este estiver sob sua guarda (SILVA, D. *et al*, 2018).

Neste viés, o ambiente escolar surge como um local de alerta para a ocorrência de situações de urgência e emergência, sendo os alunos possíveis vítimas e os professores e demais profissionais prováveis testemunhas de tais incidentes, tornando-os peças-chave para intervir nesses eventos, a fim de diminuir complicações e melhorar o prognóstico (ALVES; AERTS, 2011).

As autoridades escolares, bem como os professores e funcionários possuem um papel importante na promoção da saúde e na prevenção de acidentes e agravos entre crianças e adolescentes nas escolas. Vale salientar que em situações de urgência e emergência, a falta de conhecimento sobre as técnicas de primeiros socorros pode provocar desespero ao se deparar com a vítima e uma extrema sensação de impotência por não saber o que fazer (RODRIGUES H; RODRIGUES E., 2016).

Desse modo, a educação em saúde, entra na escola para refletir sobre o mundo, a saúde, o processo de adoecimento e a lógica do sistema, fornecendo estratégias de transformação social, reorientando as práticas em saúde e influenciando sobre o modelo assistencial (AMARAL, E. *et al*, 2009).

Através da educação em saúde, é possível desenvolver e aprimorar a promoção e prevenção de agravos à saúde, além da reflexão frente aos problemas presentes na sociedade. Este tipo de educação também contribui com o reconhecimento e desenvolvimento de atitudes favoráveis para o aumento da qualidade de vida (POLIT, BECK, HUNGLER, 2004).

Portanto, se faz necessário a criação de estratégias e ações que visem prevenir os acidentes e a implantação de cursos de noções básicas de primeiros socorros, aprimorando o nível de conhecimento de professores e funcionários. Diante do exposto este estudo tem como objetivo verificar os saberes dos profissionais da educação básica sobre suporte básico de vida.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa com abordagem quantitativa, transversal com fins descritivos. O método escolhido para verificar o nível de conhecimento dos participantes sobre suporte básico de vida deu-se por meio da aplicação de um questionário estruturado.

Este tipo de pesquisa tende a salientar os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana e aprender a totalidade no contexto daqueles que estão vivenciando o fenômeno (PERGOLA; ARAUJO, 2008).

A pesquisa se desenvolveu em uma escola de ensino fundamental da rede particular

da cidade de Montes Claros-MG. Para a escolha da escola, foram utilizados os seguintes critérios:

- Aceitação da escola como local da pesquisa.
- Concordância dos funcionários em participar da pesquisa.

A seleção dos entrevistados fundou-se por meio de solicitação direta à escola, aos professores e à supervisão escolar. Subsequente à adesão, foi aplicado um questionário estruturado de forma objetiva.

Participaram da pesquisa 28 funcionários da escola, estando inclusos nesse total funcionários da secretaria, professores, porteiro e serviços gerais, representando 100% da amostra censitária.

Considerou-se como critério de exclusão a ausência do funcionário no dia da coleta de dados, seja por motivo de férias, folga e atestado.

A coleta de dados ocorreu através de um questionário validado por Pérzola e Araújo (2008, p. 770) contendo 13 perguntas sobre conhecimento das técnicas do suporte básico de vida. Ainda, foi realizada fora do horário de trabalho dos funcionários, a fim de não comprometer as suas atividades laborais e/ou deixar as crianças desassistidas.

Os funcionários foram convidados a participar do estudo após a leitura e a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido em duas vias. Para garantir a privacidade dos pesquisados, a entrevista intercorreu em sala reservada com um tempo médio de duração de 20 minutos.

3 | RESULTADOS

Participaram da pesquisa 28 funcionários da escola, estando inclusos nesse total funcionários da secretaria, professores, porteiro e serviços gerais, representando 100% da amostra censitária. A média de idade dos participantes foi de 38,18 anos (DP=1,87), sendo a idade mínima 23 anos e a máxima de 58 anos. Para a melhor compreensão, os resultados do questionário estão localizados nas tabelas a seguir, acompanhados de perguntas e dados absolutos e relativos das respostas.

Variáveis	N	%
Você já teve algum tipo de treinamento de primeiros socorros?		
Sim	16	57,1
Não	12	42,9
Se sim, onde foi o treinamento?		
Escola	11	39,3
Não especificou	5	17,9
Você acredita estar preparado(a) para prestar primeiros socorros em qualquer tipo de situação?		
Sim	2	7,1
Não	26	92,9

Tabela 1 – Conhecimento dos participantes sobre treinamento de primeiros socorros.

De acordo com a tabela 1, quando questionados sobre a realização de treinamento de primeiros socorros, 16 entrevistados (57,1%) declararam já ter participado e 12 (42,9%) dos participantes declararam não ter participado de nenhum treinamento. Ainda, 11 (39,3%) afirmam que realizaram o treinamento na própria escola que trabalham e 5 (17,9%) não especificaram o local da realização. Ao serem interrogados sobre sua preparação para prestar atendimentos de primeiros socorros, 2 funcionários (7,1%) declaram que estão preparados e 26 (92,9%) afirmam que não estão.

Variáveis	N	%
Você já viu alguma pessoa desacordada, necessitando de socorro médico? Sim		
Sim	10	35,7
Não	18	64,3
Você sabe verificar a presença de sinais de vida? Sim		
Sim	22	78,6
Não	6	21,4
Quais sinais vitais você reconhece?		
Pulso	20	71,4
Respiração	26	92,8
Não Especificou	2	7,1

Tabela 2 – Conhecimento dos participantes acerca de sinais vitais.

Na tabela 2, são compilados os dados referentes ao conhecimento de sinais vitais. Ao questionar sobre haverem, em algum momento da vida, presenciado alguma pessoa desacordada necessitando de socorro médico, 10 dos questionados (35,7%) responderam que sim e 18 (64,3%) que não. Ainda, 22 (78,6%) afirmam ter conhecimento para verificar sinais de vida e 6 (21,4%) relatam ser leigos. De acordo com a análise de quais sinais vitais

os participantes reconheciam, 20 (71,4%) apontam o reconhecimento dos sinais através do pulso, 26 (92,8%) através da respiração e 2 (7,1%) não especificaram os sinais que reconheciam.

Variáveis	N	%
Qual é a primeira medida a ser tomada em uma situação com vítima desacordada?		
Verificar sinais de vida e chamar por socorro especializado	24	85,7
Esperar para ver se a pessoa acorda	2	7,1
Esperar para ver se alguém ajuda	2	7,1
Quando houver suspeita de lesão na coluna vertebral, o que se deve fazer?		
Não movimentar vítima ou mobilizá-la em bloco, se necessário	12	42,9
Não sei	16	57,1
Como é a mobilização em bloco?		
Movimentação da cabeça juntamente com o restante do corpo, de maneira que a coluna permaneça sem movimento	12	42,9
Não sei	16	57,1
Se a vítima estiver respirando, mas estiver desacordada, qual a posição em que deve ser colocada (ou pelo menos a cabeça) caso não haja suspeita de quebra na coluna vertebral		
De Bruços	6	21,4
De lado	12	42,9
Não sei	10	35,7

Tabela 3 – Conhecimento dos participantes em relação a atitude e ações para os primeiros socorros.

A tabela 3 apresenta o conhecimento dos participantes em relação à primeira medida a ser tomada em uma situação com a vítima desacordada. Ao serem indagados, 24 (87,7%) expressaram que verificam os sinais vitais e chamam por socorro especializado imediatamente, 2 (7,1%) disseram que esperam para ver se a pessoa acorda e 2 (7,1%) declaram que esperam alguém ajudar. Em questionamento sobre vítimas com suspeita de lesão na coluna vertebral, 12 (42,9%) expõem que o melhor é não movimentar a vítima ou mobiliza-la em bloco, se necessário e 16 (57,1%) relataram que não sabem qual procedimento tomar. Ao abordar os participantes sobre como é realizada uma mobilização em bloco, 12 (42,9%) afirmaram que é realizada por meio da movimentação da cabeça juntamente com o restante do corpo, de modo que a coluna permaneça sem movimento; 16 (57,1%) dos participantes alegam não saber. Em casos cuja vítima está respirando, porém desacordada, 6 dos participantes (21,4%) citaram que a vítima deve ser colocada de bruços, 12 (42,9%) afirmam que deve ser colocada em posição lateral de segurança e 10 (35,7%) alegam não saber.

Variáveis	N	%
Por que é necessário realizar os primeiros socorros com grande precisão e em curto intervalo de tempo?		
Para evitar sequelas, garantir a continuidade do tratamento e diminuir o desconforto	22	78,6
Para evitar a morte	6	21,4
Quais os detalhes a serem observados em uma vítima e que devem ser informados ao serviço de primeiros socorros durante a ligação de solicitação de ajuda?		
Se tem algum ferimento	5	17,9
Os sinais vitais	16	57,1
Não sei	7	25,0
Quais números de emergência você conhece?		
190	3	10,7
192	23	82,1
193	2	7,1

Tabela 4 – Conhecimento dos participantes no foco de solicitar ajuda emergencial especializada.

A tabela 4 expõe o conhecimento dos depoentes a respeito da solicitação de ajuda emergencial especializada. Quando questionados sobre o motivo da necessidade de realização dos primeiros socorros com grande precisão e em curto intervalo de tempo, 22 (7,8%) responderam que é para evitar sequelas, garantir a continuidade do tratamento e diminuir o desconforto e 6 (21,4%) mencionaram que era para evitar a morte. Questionados sobre quais os detalhes devem ser observados em uma vítima e informados ao serviço de primeiros socorros durante a ligação de solicitação de ajuda, 5 (17,9%) disseram que se deve citar se há algum ferimento, 16 (57,1%) acreditam que deve-se comunicar os sinais vitais e 7 (25,0%) disseram que não sabiam o que informar. Sobre quais números de emergência conhecidos, 3 (10,7%) citaram 190, 23 (82,1%) mencionaram 192 e 2 (7,1%) o 193.

4 | DISCUSSÃO

Ao realizar a análise dos resultados, percebeu-se que 92,9% dos funcionários da escola possuem níveis de conhecimento frágil frente a diferentes situações que exigem noções em primeiros socorros. A falta de preparo e de conhecimento impede o socorro no momento do acidente ou pode fazer com que haja a manipulação incorreta da vítima ou a solicitação excessiva, às vezes desnecessária, do socorro especializado em emergência (RODRIGUES; RODRIGUES, 2016).

Sabe-se, ainda, que a falta de atendimento adequado em situações de urgência e emergência se configura em uma das primeiras causas de morte bem como a ocorrência de danos irreversíveis (ARANHA *et al.*, 2019).

Com base nos resultados, observou-se a necessidade de capacitação dos participantes da pesquisa frente a técnicas e de estudos que esclareçam o impacto dessas intervenções. O treinamento desses profissionais quanto às noções e técnicas de primeiros

socorros nunca é em vão, pois este conhecimento pode ser útil, seja no trabalho ou em outras esferas da vida, tais quais em seu lar, no lazer ou trânsito. É importante salientar que os acidentes podem acontecer a qualquer momento e em qualquer local, por isso é importante estar preparado para ajudar a salvar vidas (SILVA, 2018; FREITAS, 2014; MARINHO, 2013; ROSA, 2001).

Visto que 17,9% dos profissionais declararam ter dificuldades na tomada de decisão como socorrista leigo, parte-se do pressuposto de que a educação deve oferecer formação continuada para todos os envolvidos, pois a saúde está inserida na transversalidade educacional.

Os primeiros socorros são ações que possuem como procedimentos imediatos a manutenção dos sinais vitais e garantia da vida em vítimas que tenham sofrido algum acidente sem que tenha recebido atendimento de um profissional de saúde. Além disso, em situações de urgência e emergência, a avaliação da vítima e seu atendimento devem ser realizados de forma rápida, objetiva e eficaz, favorecendo o aumento da sobrevivência e a redução de sequelas. A capacitação desses profissionais para prestar atendimento precoce e eficaz em situações de urgência e emergência é fundamental para salvar vidas e melhorar o prognóstico (FREITAS, 2014; ROSA, 2001).

De acordo com o Ministério da Saúde, qualquer pessoa treinada será capaz de conceder os primeiros socorros, direcionando com prudência, concepção e segurança. Acondicionar a tranquilidade e o particular autocontrole são significativos, dessa forma aconselha-se que a prática em primeiros socorros seja absolutamente disponível, limitando a morbimortalidade por lesões e enfermidades, e proporcionando crescimento nos índices de sobrevivência (BERNOCHE, 2019; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003).

Saber reconhecer e aplicar os conhecimentos básicos diante de situações de urgência e emergência são ferramentas fundamentais para impedir o exacerbamento das lesões bem como evitar a ocorrência de um óbito desnecessário. Diversas situações emergenciais ocorrem na rotina da população e estas seriam capazes de ser evitadas ou dirigidas de forma ágil e eficiente a fim de proporcionar a reabilitação da vítima (MARINHO *et al.*, 2013).

51 CONCLUSÃO

Essa pesquisa avaliou os saberes dos primeiros socorros por professores e funcionários de uma escola de ensino básico na cidade de Montes Claros. Através dos resultados verificou-se que os participantes apresentaram um conhecimento frágil para a realização de procedimentos e ações frente a diferentes situações que exigem noções em urgência e emergência. Nessa concepção, através da dinâmica realizada na escola, foi possível realizar uma análise e concluir que há necessidade de os professores e funcionários construir novos conhecimentos, que podem salvar vidas caso haja a necessidade de

transformá-los em ações práticas.

Para tanto, a metodologia utilizada conferiu dinamismo e interação nas discussões e na prática desenvolvida. O estudo proporcionou uma troca mútua de experiência e diálogo, de suma importância para construção do conhecimento e da aprendizagem, estimulando e reforçando os saberes e a importância dos primeiros socorros. Observou-se que os entrevistados demonstraram interesse em adquirir conhecimento frente às situações de primeiros socorros.

A realização desse estudo mostrou a relevância em aprimorar o conhecimento sobre o tema e a importância de difundi-lo nas escolas, pois esta ação tem grande valor à vida humana, proporcionando, assim, um ambiente educacional que possibilite a formação de sujeitos críticos, reflexivos com capacidade de enfrentar e saber se posicionar em situações de maior complexidade.

Diante do exposto, conclui-se que a implantação de um programa de treinamento de urgências e emergências com professores e funcionários do sistema de ensino possui grande valia. Esta implementação visa desenvolver ações de prevenção e promoção da saúde na escola, a fim de minimizar danos advindos da incorreta manipulação com a vítima e/ou a falta de socorro imediato, visto que estes fatores citados, não só contribuem com o agravamento do estado da vítima, como resultam em maior tempo de permanência hospitalar devido a complicações.

REFERÊNCIAS

ALVES, G.; AERTS, D. **As práticas educativas em saúde e a Estratégia Saúde da Família**. Ciência e Saúde Coletiva, v.16, n.1, p. 319-325, 2011.

AMARAL, E. *et al.* **Incidência de acidentes com Crianças em um Pronto Socorro Infantil**. Revista Instituto Ciências e Saúde, v. 27, n.4, p. 313-7, 2009.

ARANHA, A. *et al.* **Revisão integrativa: importância da orientação de técnicas de primeiros socorros para leigos**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 6, p.218-242, 2019.

BERNOCHE, C. *et al.* **Atualização da Diretriz de Ressuscitação Cardiopulmonar e Cuidados Cardiovasculares de Emergência da Sociedade Brasileira de Cardiologia – 2019**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v.113, n.3, p. 449-663, 2019.

CABRAL, E.; OLIVEIRA, M. **Primeiros socorros na escola: conhecimento dos professores**. Revista Práxis, v. 22, n.11, p. 97-106, 2019.

FREITAS, L.; REIS, M.; TINOCO, V. **O enfermeiro promovendo saúde como educador escolar: atuando em primeiros socorros**. Revista Transformar, v. 6, p. 104-113, 2014.

GRIMALDI, M. *et al.* **A escola como espaço para aprendizado sobre primeiros socorros**. Revista de Enfermagem. UFSM – REUFSM, v.10, n.20, p. 1-15, 2020.

MARINHO, C. *et al.* **Condutas Práticas de Urgência e Emergência no Ambiente Escolar**: Um Relato de Experiência. Seminário Nacional de Pesquisa em Enfermagem, v. 17, p. 02514-16, 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). **Manual de primeiros socorros**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2003.

PERGOLA, A.; ARAUJO, I. **O leigo em situação de emergência**. Revista da Escola de Enfermagem da USP, v.42, n. 4, p. 769-776, 2008.

POLIT, D. F.; BECK, C. T.; HUNGLER, B. P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem**: métodos, avaliação e utilização. Tradução: Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

RODRIGUES, H; RODRIGUES, E. **Os primeiros socorros na educação física escolar**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 9, p. 215-234, 2016.

ROSA, D.; BÉRGAMO, N.; DORIN, S. **Organização de primeiros socorros na empresa**. 2001. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Medicina do Trabalho) – Associação Catarinense de Medicina, Santa Catarina, 2001.

SILVA, D. *et al.* **Primeiros Socorros**: Objeto de Educação em Saúde Para Professores. Revista de Enfermagem UFPE, v.12, n.5, p. 1444-53, 2018.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE JAGUARÃO (RS) UTILIZANDO ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Iulli Pitone Cardoso

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/2647653710894477>

Gabriel Borges dos Santos

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/8502930511377553>

Marlon Heitor Kunst Valentini

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/6499660114940771>

Henrique Sanchez Franz

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/0985124189064768>

Lukas dos Santos Boeira

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/7695996899273551>

Maicon Moraes Santiago

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/7189339723401265>

Idel Cristiana Bigliardi Milani

Universidade Federal de Pelotas
Pelotas – RS
<http://lattes.cnpq.br/7225514022576932>

RESUMO: As águas subterrâneas são uma fonte natural de recursos hídricos, comumente utilizadas em locais onde não há distribuição de água oriunda da concessionária local. Apesar de se encontrarem no subsolo, e com isso estarem mais protegidas, as águas subterrâneas são suscetíveis à influência das atividades antrópicas do entorno desta fonte hídrica, alterando suas características físico-químicas e microbiológicas naturais. Os métodos estatísticos são comumente utilizados para a realização do monitoramento e caracterização dos recursos hídricos, auxiliando na identificação de possíveis fontes poluidoras. Este estudo teve como objetivo caracterizar as águas subterrâneas do município de Jaguarão, no Rio Grande do Sul, utilizando a análise de componentes principais para assim compreender melhor suas características bem como a existência de inter-relações. Foi possível observar que os parâmetros condutividade elétrica, salinidade e sólidos totais dissolvidos são os principais parâmetros que devem ser avaliados nas análises de qualidade de água, seguido pelos coliformes totais e cor aparente.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de água. Análise estatística. Parâmetros físico-químicos.

CHARACTERIZATION OF UNDERGROUND WATER IN THE CITY OF JAGUARÃO (RS) USING MAIN COMPONENT ANALYSIS

ABSTRACT: Groundwater is a natural source of water resources, commonly used in places where there is no distribution of water from the local concessionaire. Despite being underground, and with this being more protected, groundwater is

susceptible to the influence of human activities around this water source, changing its physical, chemical and microbiological characteristics. Statistical methods are commonly used to carry out the monitoring and characterization of water resources, helping to identify possible polluting sources. This study aimed to characterize the groundwater in the municipality of Jaguarão, in Rio Grande do Sul, using the principal component analysis to better understand its characteristics as well as the existence of interrelationships. It was possible to observe that the parameters electrical conductivity, salinity and total dissolved solids are the main parameters that must be evaluated in the analysis of water quality, followed by the total coliforms and apparent color.

KEYWORDS: Water quality. Statistical analysis. Physico-chemical parameters.

1 | INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são uma fonte natural de abastecimento muito utilizada, principalmente nas zonas rurais ou periféricas dos municípios, onde há falta de abastecimento pelas concessionárias locais, e/ou falta de abastecimento em certos períodos do dia, ou ainda, pela sua facilidade de exploração dependendo das características locais (CECCONELLO et al., 2020; NANES; FARIAS, 2012).

A origem da água subterrânea geralmente se dá pela infiltração da água precipitada na superfície do solo, sendo que este processo sofre interferência das condições geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de uso e ocupação do solo no entorno da superfície. Sendo assim, a existência de atividades antrópicas poluidoras pode acarretar aumento de cargas contaminantes, e quando estas são lixiviadas podem chegar até os aquíferos comprometendo a sua qualidade (CECCONELLO et al., 2020; IOP et al., 2018).

O monitoramento das águas tem destaque importante na gestão dos recursos hídricos, pois através do mesmo se obtêm dados qualitativos e quantitativos que podem auxiliar nos usos atuais e futuros (FIA et al., 2015). Nesse sentido surgem os métodos estatísticos, que podem auxiliar na identificação de fontes de poluição no que concerne ao monitoramento de recursos hídricos, permitindo a extração de informações significativas sem que os dados percam a exatidão (ZHAO et al., 2012).

De acordo com Hair et al. (2009), uma técnica muito utilizada na análise das relações que ocorrem nos corpos hídricos é a estatística multivariada, a qual analisa simultaneamente múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos de investigação. Para Ouyang (2005), na geração de fatores em estudos ambientais, um dos métodos mais utilizados na estatística multivariada é a análise fatorial, e para a extração desses fatores é normalmente empregada a análise de componentes principais (ACP). As análises de componentes principais permitem revelar a existência de amostras anômalas e pode ser utilizada também como ferramenta de mais fácil compressão, uma vez que reduz a dimensionalidade da matriz de dados originais (COSCIONE et al., 2014).

O município de Jaguarão (RS), utiliza águas subterrâneas para diversas finalidades, como consumo humano, uso agrícola, dessedentação animal, entre outras. Sendo assim,

o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a água subterrânea de alguns poços artesianos existentes no município de Jaguarão, tanto na zona urbana quanto na zona rural, por meio de análises estatísticas, mais especificamente, pela análise de ACP.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado no município de Jaguarão, no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). O município é fronteiro ao sul e a oeste com o Uruguai, ao norte faz divisa com os municípios de Arroio Grande e Herval e à leste com o município de Arroio Grande e com a Lagoa Mirim. A cidade é banhada pelo Rio Jaguarão, que nasce próximo ao município de Bagé e deságua na Lagoa Mirim. Este rio separa o município brasileiro da cidade de Rio Branco, no Uruguai, e é um dos principais contribuintes da bacia hidrográfica Mirim-São Gonçalo.

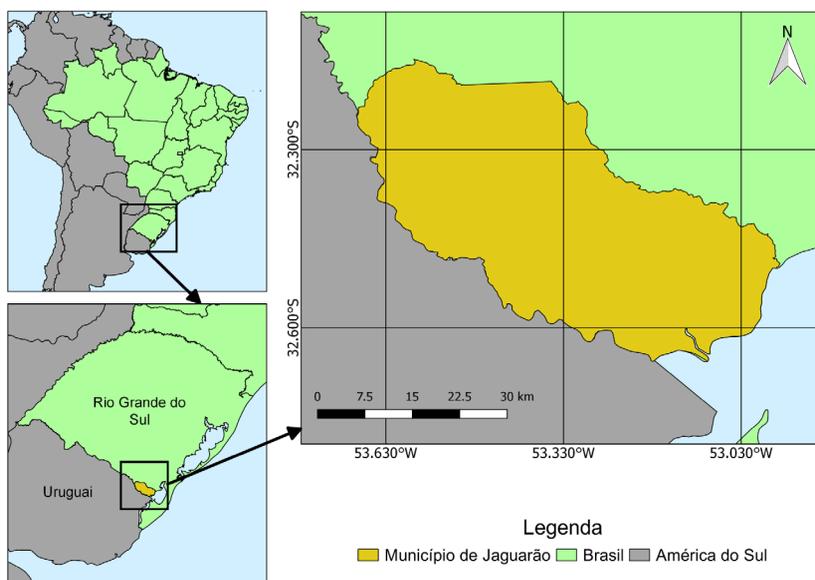


Figura 1: Localização do município de Jaguarão no estado do Rio Grande do Sul.

Segundo o último censo do IBGE (2010) a cidade possui 27.931 habitantes, sendo que destes, 1.826 residem na zona rural. Sua área total é de 2054,382 km² e sua economia é baseada predominantemente na pecuária, agricultura e comércio em geral.

A bacia do Rio Jaguarão está situada em duas regiões fisiográficas, sendo elas a Encosta do Sudeste, que possui faixa de sedimentos arenosos e aluviões holocênicos, sendo cortada por esporões graníticos entre os municípios de Jaguarão e Pelotas; e a

Serra do Sudeste, também chamada de Escudo Rio Grandense, que possui predomínio de formações graníticas e magmáticas, gnaisses, granitos e siltitos (FARIAS, 2007).

De acordo com Gianasi (2009), existem dois aquíferos no município de Jaguarão, sendo eles o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino, o qual se desenvolve na região sul do Rio Grande do Sul e possui baixa salinidade, e o Sistema Aquífero Quaternário Costeiro II, que compreende os aquíferos relacionados com sedimentos da planície costeira.

2.2 Pontos de coleta

As informações iniciais sobre os poços existentes no município de Jaguarão, bem como suas localizações foram obtidas no site do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que haviam sido atualizadas pela última vez no ano de 2005. Posteriormente, foi feita uma busca no banco de dados da Secretaria Rural e de Meio Ambiente do município, onde obteve-se a localização de outros poços que não estavam cadastrados no SIAGAS. Além disso, foi feito contato com alguns moradores do município através das redes sociais, sendo possível identificar alguns outros poços que não estavam inseridos nos dados até então coletados.

Conhecendo a localização dos poços, os mesmos foram plotados no *software Google Earth Pro*, para observar sua localização e assim definir a rede amostral, que buscou contemplar poços com os mais diferentes usos e com o maior número de usuários. Para obtenção exata das coordenadas geográficas dos poços, utilizou-se um GPS (GPSMAP 60CSX-GARMIN). A Figura 2 apresenta os 18 pontos de coleta de água subterrânea contemplados no presente estudo.

2.3 Metodologia de amostragem e análise físico-química e microbiológica

Foram realizadas duas campanhas amostrais no município, sendo a primeira no dia 30 de novembro de 2015 e a segunda no dia 4 de março de 2016, para realização de amostragens de água subterrânea. Realizaram-se amostragens, prioritariamente no próprio poço ou na saída dos reservatórios quando não se teve acesso ao mesmo, considerando os pontos prioritários de utilização das águas subterrâneas.

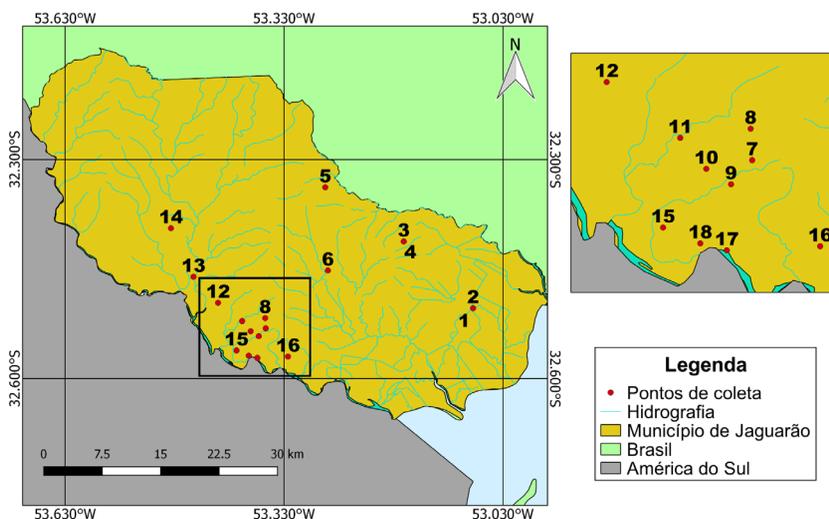


Figura 2: Localização dos pontos de coleta.

As amostras de água foram armazenadas em frascos plásticos, mantidos sob refrigeração e encaminhados ao Laboratório de Hidroquímica do Curso de Engenharia Hídrica da Universidade Federal de Pelotas para análise dos seguintes parâmetros: pH, turbidez, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (TDS), salinidade, cor aparente, manganês dissolvido e ferro dissolvido.

A salinidade, os sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica foram determinados com o auxílio de um condutivímetro portátil da marca Mettler Toledo. Já a turbidez foi obtida através do turbidímetro de bancada da marca Quimis®, modelo Q279P. O pH foi determinado em um pHmetro de bancada Hanna Instruments modelo HI 208. Os parâmetros ferro e manganês foram obtidos com o auxílio de Fotômetro Multiparamétrico de Bancada modelo HI 83200 da marca Hanna Instruments.

Também foram determinados in situ os coliformes termotolerantes - CT (coliformes fecais e totais) através da coleta em kit microbiológico da marca Colipaper - Tecnobac® e subsequente incubação em estufa por 15 horas a uma temperatura de 37° C na estufa microbiológica da marca Alfakit®.

2.4 Análise estatística

2.4.1 Padronização dos dados

Antes da aplicação dos métodos estatísticos, o primeiro passo ao se analisar dados é verificar a necessidade de tratamento dos mesmos. Conforme Vicini (2005), a

padronização dos dados pode remover a influência da unidade de medida, assim como reduzir as diferenças entre grupos de variáveis que melhor descrevem os conglomerados. Wilks (2006) propôs a seguinte metodologia para padronização dos dados, descrita na Equação 1, onde, além de normalizar os dados, tal equação também suprime a ordem de grandeza.

$$Y = \frac{(X - \bar{X})}{S(X)} \quad \text{Equação 1.}$$

Sendo: Y o valor padronizado; X o valor do resultado obtido em laboratório, ou seja, o dado bruto; \bar{X} a média; e S(X) o desvio padrão.

2.4.2 Teste de normalidade

Antes de realizar análise estatística dos dados é importante verificar a distribuição amostral dos mesmos a fim de verificar se são compatíveis com o tipo de coeficiente de correlação a ser utilizado e se essa distribuição é compatível com as análises estatísticas subsequentes. Com isso, para comprovar ou rejeitar a normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S), com um intervalo de confiabilidade de 95% e um nível de significância de 0,05.

2.4.3 Análise de componentes principais (ACP)

A ACP tem como objetivo principal explicar, por meio de combinações lineares das variáveis originais, a estrutura da variância e covariância de um vetor aleatório, composto de p-variáveis aleatórias (SANDANIELO, 2008). Conforme Hongyu (2015) e Regazzi (2000), a ACP tem como principais vantagens a retirada da multicolinearidade das variáveis, permitindo transformar um conjunto de variáveis originais intercorrelacionadas em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas.

Primeiramente, a fim de avaliar se o conjunto de dados estudados é compatível com uma análise de componentes principais, deve-se aplicar os testes de Kaisere-Meyere-Olkin (KMO) e de esfericidade Bartlett. Posterior a realização destes testes, segue-se então para a ACP.

A ACP segue, então, os seguintes passos: preparação da matriz de correlação, extração dos fatores comuns e, por fim, a rotação dos eixos correspondentes a esses fatores. Segundo Hair et al. (2009), essa análise é realizada com o intuito de simplificar a interpretação de dados, outrora complexos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Teste de normalidade

Os dados foram inicialmente padronizados aplicando a equação 1 proposta por Wilks (2006). Após, realizou-se a análise da distribuição amostral através do teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S), o qual demonstrou, a um nível de significância de 0,05, que as variáveis coliformes fecais, turbidez, ferro e manganês não seguem uma distribuição normal. Logo, essas variáveis não serão utilizadas para as análises estatísticas a seguir. As demais variáveis, coliformes totais, pH, cor, condutividade elétrica, TDS e salinidade, seguem uma distribuição normal, conforme confirmado pelo teste K-S.

No estudo realizado por Valentini et al. (2020), referente aos dados de qualidade das águas da Lagoa Mirim, foi feito o uso do teste K-S para confirmar que as médias anuais dos parâmetros de monitoramento que por eles utilizados seguiam uma distribuição normal e, portanto, eram adequados para a análise de componentes principais. Ainda, Valentini et al. (2021) utilizaram esse teste de normalidade para inferir qual coeficiente de correlação deveriam utilizar para analisar as correlações entre os parâmetros de monitoramento da Lagoa Mirim. Através do teste K-S, confirmaram a normalidade amostral de seus dados e, então, utilizaram o coeficiente de Pearson para suas análises de correlação, uma vez que este coeficiente é mais adequado para dados que seguem uma distribuição normal (GUIMARÃES, 2017; VALENTINI et al., 2021).

3.2 Análise de componentes principais (ACP)

Os testes de KMO e Bartlett foram aplicados às variáveis que apresentaram uma distribuição amostral normal, sendo coliformes totais, pH, cor, condutividade elétrica, TDS e salinidade com o objetivo de avaliar se o conjunto de dados formado por elas é compatível a uma ACP.

Os resultados desses testes podem ser visualizados na Tabela 1.

Teste de KMO e Bartlett	p-valor (significância)
Medida KMO de adequação de amostragem	0.640
Teste de esfericidade de Bartlett	0.000

Tabela 1: Resultados dos testes de KMO e Bartlett para as variáveis que apresentaram distribuição normal.

Conforme pode ser observado na Tabela 1, o teste KMO obteve um valor adequado para o conjunto de dados aqui estudado, estando esse acima do limiar mínimo de adequabilidade definido por Hair et al. (2006) como 0,5. Ainda, o teste de esfericidade de Bartlett é usado como indicativo se há ou não relação entre as variáveis estudadas

(SHRESTHA; KAZAMA, 2007). Como pode ser observado na Tabela 1, o teste resultou em um p-valor de significância inferior a 0,05, limiar necessário para que não houvesse relação significativa entre os dados, comprovando, então, que os dados desse estudo estão correlacionados. Com base nesses testes confirma-se que o conjunto de dados formado pelas variáveis coliformes totais, pH, cor, condutividade elétrica, TDS e salinidade é adequado para a ACP.

Sendo assim, dá-se sequência a ACP propriamente dita. Primeiramente temos a matriz de correlação apresentada na Tabela 2. Para a análise da matriz de correlação será utilizado o limiar definido por Helena (2000), a qual considera como forte as correlações que obtiverem um coeficiente de correlação maior ou igual a 0,5 em módulo.

	CT	pH	Cor	CE	TDS	Salinidade
CT	1.000					
pH	-0.035	1.000				
Cor	0.356	0.001	1.000			
CE	-0.358	0.059	-0.140	1.000		
TDS	-0.311	-0.016	-0.031	0.816	1.000	
Salinidade	-0.372	-0.092	-0.075	0.755	0.954	1.000

Tabela 2: Resultados da matriz de correlação para as variáveis coliformes totais (CT), pH, cor, condutividade elétrica (CE), TDS e salinidade.

Conforme pode ser observado na Tabela 2, a variável condutividade elétrica possui forte correlação com as variáveis TDS (0,816) e salinidade (0,755) e, ainda, a variável TDS também possui correlação forte com a variável salinidade (0,954). Cabe salientar, ainda, que as correlações fortes aqui encontradas também foram significativas a um limiar de 0,05.

A correlação forte e positiva entre os parâmetros TDS e condutividade elétrica é uma correlação esperada, visto que ambos os parâmetros são diretamente proporcionais, isto é, a condutividade elétrica pode ser estimada pelos valores dos TDS (SEN, 2015).

As correlações entre os parâmetros salinidade e TDS e salinidade e condutividade elétrica, de modo geral indicam um alto teor de precipitados de sais na água dos poços (KRESIC, 2007). Resultados similares foram obtidos no estudo dos autores Aravinthasamy et al. (2020), os quais indicaram que as correlações fortes entre condutividade e TDS representam um alto teor de íons dissolvidos em águas subterrâneas, já para Ribeiro et al. (2016) as correlações fortes entre esses parâmetros também podem estar associadas à poluição por efluentes domésticos, que pode ocorrer devido a falhas nos sistemas de esgotamento localizados a montante dos poços (TEIXEIRA et al., 2020).

Na sequência, a segunda etapa da ACP é a extração dos componentes principais. Seguindo as diretrizes definidas por Hair et al. (2006), deve-se considerar o patamar mínimo de 60%, no que concerne a variância total acumulada, como sendo aceitável para a extração dos componentes principais. Sendo assim, a extração dos fatores deve seguir até que tal patamar seja alcançado. Ainda, devem ser considerados como significativos apenas os componentes que tiverem um autovalor superior a 1 (DROSE et al., 2020).

A variância total explicada por cada um dos componentes principais desse estudo pode ser visualizada na Tabela 3.

Componente	Autovalores iniciais		
	Total	% de variância	% cumulativa
1	2.909	48.488	48.488
2	1.207	20.122	68.609
3	1.011	16.847	85.456
4	0.584	9.739	95.195
5	0.254	4.234	99.429
6	0.034	0.571	100.000

Tabela 3: Resultados de variância total para cada componente principal.

Conforme pode ser visualizado na Tabela 3, para o conjunto de dados aqui estudados foram extraídos 3 componentes principais. Observa-se, ainda, que esses três componentes principais explicam aproximadamente 85,5% da variância total acumulada.

Finalmente, na Tabela 4 estão os três componentes principais e as variáveis com seus coeficientes de correlação com cada componente. Considera-se 0,5, em módulo, o limiar para avaliar se cada variável tem uma contribuição forte com cada componente, ou seja, usa-se esse limiar para inferir a qual componente cada variável pertence.

A matriz de componentes principais nem sempre possui fácil interpretação, podendo ocorrer de uma variável ser pertencente a mais de um componente principal. Para solucionar esse problema, usa-se uma rotação ortogonal da matriz de componentes principais, gerando uma nova matriz que apresenta uma melhor interpretação para seus componentes (DROSE et al., 2020; ROCHA et al., 2016; VALENTINI et al., 2020). A Tabela 4 apresenta a matriz de componentes principais após a rotação via algoritmo Varimax.

	Componente		
	1	2	3
CT	-0.340	0.727	-0.059
pH	-0.014	-0.010	0.997
Cor	0.054	0.888	0.034
CE	0.881	-0.173	0.091
TDS	0.976	-0.042	-0.014
Salinidade	0.951	-0.108	-0.099

Tabela 4: Resultados dos três principais componentes e os coeficientes de correlação das respectivas variáveis e componentes.

Conforme pode ser observado na Tabela 4, o primeiro componente principal engloba as variáveis condutividade elétrica, TDS e salinidade. O parâmetro TDS corresponde à soma total dos sais dissolvidos, enquanto a condutividade elétrica indica a capacidade de conduzir elétrons (FEITOSA et al., 2008; SEN, 2015). A salinidade também está relacionada com a condutividade elétrica e com o TDS, pois pode ser medida de forma indireta através da condutividade elétrica. Além disso, a salinidade expressa o teor de íons precipitados em forma de sais (FEITOSA et al., 2008). Portanto, a presença da salinidade, dos sólidos totais dissolvidos e da condutividade elétrica numa mesma componente somada às correlações fortes obtidas entre esses parâmetros, indica a possibilidade de um alto teor de sais precipitados nas águas dos poços analisados no município de Jaguarão (RS).

Já no segundo componente principal estão as variáveis coliformes totais e cor. A variável pH foi a única representante do terceiro componente. Um dos fatores que corrobora para a presença das variáveis cor e coliformes termotolerantes na mesma componente, é o fato de que a lixiviação da matéria orgânica confere cor à água (FEITOSA et al., 2008). No entanto, por não haver correlações fortes entre cor e coliformes termotolerantes e também pelo fato de o parâmetro pH não estar na mesma componente, indica que os processos de lixiviação e decomposição da matéria orgânica não influenciam de forma significativa na qualidade da água dos poços avaliados no presente estudo.

4 | CONCLUSÕES

Com a realização da análise de componentes principais foi possível avaliar quais parâmetros são prioritários na avaliação da qualidade das águas subterrâneas do município de Jaguarão, sendo esta uma ferramenta útil para tal análise. Assim sendo, a condutividade elétrica, a salinidade e os sólidos totais dissolvidos são os principais parâmetros para esta avaliação, seguidos dos coliformes totais e da cor aparente.

A partir destes resultados, indica-se que em avaliações subsequentes de água

subterrânea na região os três primeiros parâmetros mencionados sejam priorizados na determinação, tendo em vista que representam de melhor forma os processos que ocorrem na área de estudo, e até mesmo ser reduzido a apenas um deles devido à interrelação observada.

REFERÊNCIAS

- ARAVINTHASAMY, P.; KARUNANIDHI, D.; SUBRAMANI, T.; ANAND, B.; PRIYADARSI, D. R.; SRINIVASAMOORTHY, K. Fluoride contamination in groundwater of the Shammuganadhi River basin (south India) and its association with other chemical constituents using geographical information system and multivariate statistics. **Geochemistry**, v. 80, n. 4, p. 1-14, 2020.
- CECCONELLO, S. T.; CENTENO, L. N.; LEANDRO, D. Avaliação da qualidade da água subterrânea na zona rural do município de Pelotas, RS. **Revista Thema**, v. 17, n. 1, p.57-73, 2020.
- COSCIONE, A. R.; SILVA, L. F. M.; DE MARIA, I. C.; ANDRADE, C. A.; FERRACINI, V. L. Solução do Solo e Análise de Componentes Principais para Monitoramento da Aplicação de Lodo de Esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 38(5), 1654-1662, 2014.
- DROSE, A., VALENTINI, M., DUARTE, V., SANTOS, G., NADALETI, W., VIEIRA, B. Utilização de Métodos Estatísticos Multivariados no Monitoramento da Lagoa Mirim. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.2, n.4, p.58-67, 2020.
- FARIAS, H. R. **A bacia do rio Jaguarão**. Porto Alegre: Editora Evangraf Ltda., 2007. 104 p.
- FEITOSA, Fernando A. Carneiro et al. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. CPRM, 2008.
- FIA, R.; TADEU, H. C.; MENEZES, J. P. C.; FIA, F. R. L.; OLIVEIRA, L. F. C. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 1, 2015.
- GIANASI, B. L.; SEIFERT JUNIOR, C. A.; MENDONÇA, L. F. F.; OLIVEIRA, A. O.; FARINA, E.; TAGLIANI, C. R. A. A gestão ambiental em áreas de fronteira: estudo de caso nos municípios do Chuí e Jaguarão, RS, Brasil. In: **12º Encontro de Geógrafos de América Latina**, 12., Montevideu, 2009. Anais Eletrônicos... Montevideu, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/handle/1/1981>>. Acesso em: 20 mar. 2021.
- GUIMARÃES, P. R. B. **Análise de Correlação e medidas de associação**. Universidade Federal do Paraná. 2017.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6 ed. São Paulo: Bookman, 2009.
- HAIR, J. R., BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., & TATHAM, R. L. (2006). **Multivariate Data Analysis**. (6a ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- HELENA, B., PARDO, R., VEGA, M., BARRADO, E., FERNANDEZ, J. M., FERNANDEZ, L. Temporal evolution of groundwater composition in the alluvial aquifer (Pisuerga River, Spain) by principal component analysis. **Water Research**, v.34, p.807816, 2000.

HONGYU, K. **Distribuição empírica dos autovalores associados à matriz de interação dos modelos AMMI pelo método bootstrap não-paramétrico**. 2012. 104p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agronômica) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431440>> Acesso em: 22 mar. 2021.

IOP, G. T. C.; REGINATO, P. A. R.; ROSA, M. L. C. da C. Avaliação da Vulnerabilidade e do Risco Potencial de Contaminação de água subterrânea no Município de Venâncio Aires – RS. **Águas Subterrâneas – Seção de Estudos de Caso e Notas Técnicas**, 23 p., 2018.

KRESIC, N. **Hydrogeology and Groundwater Modeling**. 2ed. Taylor & Francis group, 2007.

NANES, D. P.; FARIAS, S. E. M. de. Qualidade das águas subterrâneas de poços tipo cacimba: um estudo de caso da comunidade Nasceça - Município de São Sebastião - AL. In: **III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Goiânia, 19 a 22 de nov. 2012.

OUYANG, Y. Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis. **Water Research**, v. 39, n. 12, p. 2621-2635, 2005.

REGAZZI, A.J. **Análise multivariada, notas de aula INF 766**, Departamento de Informática da Universidade Federal de Viçosa, v.2, 2000.

RIBEIRO, T. G.; BOAVENTURA, G. R.; DA CUNHA, L. S.; PIMENTA, M. S. Estudo da qualidade das águas por meio de correlação de parâmetros físico-químicos, bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns. **Geochimica Brasiliensis**, v. 30, n. 1, p. 84-94, 2016.

ROCHA, C. H. B., & PEREIRA, A. M. Análise multivariada para seleção de parâmetros de monitoramento em manancial de Juiz de Fora, Minas Gerais. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 176-187, 2016.

SANDANIELO, V. L. M. **Emprego de técnicas estatísticas na construção de índices de desenvolvimento sustentável aplicados a assentamentos rurais**. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agronômicas – Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2008.

SEN, Z. **Practical and Applied Hydrogeology**. Elsevier, 2015. 424 f.

SHRESTHA, S., & KAZAMA, F. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. **Environmental Modelling & Software**, v. 22, n. 4, p. 464-475, 2007.

TEIXEIRA, P.; COSTA, S.D.D.; BROWN, B.; SILVA, E. V. Bacteroides ssp. And traditional fecal indicator bactéria in water quality assessment – An integrated approach for hydric resources management in urban centers. **Journal of Environmental Management**, n. 271, 2020.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; DUARTE, V. H.; DRÖSE, A.; VIEIRA, B. M.; VIANA, F. V.; CORRÊA, B. L.; GUEDES, H. A. S.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M.. Monitoring and identification of pollutant groups of the Lagoa Mirim. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.4, p.227-235, 2020.

VALENTINI M. H. K., SANTOS, G. B., FRANZ, H. S., SILVA, L. A., MACHADO, L. L., VIEIRA, D. S., VIEIRA, B. M., ROMANI, R. F., LEANDRO, D., NADALETI, W. C., & VIEIRA, B. M. Análise da qualidade da água da Lagoa Mirim através do IQA e de métodos estatísticos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 12(1), 376-384, 2021.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria - RS - Brasil, 2005.

WILKS, D. S. **Statistical Methods in the atmospheric sciences**. Second edition. International geophysics series 91, 2006.

ZHAO, Y.; XIA, X. H.; YANG, Z. F.; WANG, F. Assessment of water quality in Baiyangdian Lake using multivariate statistical techniques. **Procedia Environmental Sciences**, v.13, p.1213-1226, 2012.

CAPÍTULO 7

AVALIAÇÃO DAS COMPLICAÇÕES EM RECONSTRUÇÃO MAMÁRIA IMEDIATA COM IMPLANTE EM PACIENTES COM CÂNCER DE MAMA

Data de aceite: 01/07/2021

Lays Samara da Costa Silva e Silva

Médica residente do Programa de Mastologia na Maternidade Escola Assis de Chateaubriand pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aline Carvalho Rocha

Orientadora. Médica Preceptora da Residência Médica de Mastologia da Maternidade Escola Assis de Chateaubriand pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Médica Mastologista pelo Instituto de Prevenção do Câncer do Ceará (IPCC). Doutora em Oncologia pela Fundação Antônio Prudente

Gina Zully Carhuancho Flores

Supervisora da Residência Médica de Mastologia da Maternidade Escola Assis de Chateaubriand pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Médica Preceptora da Residência Médica de Mastologia do Hospital Geral de Fortaleza/SESA

Jéssica Silva Sousa

Farmacêutica generalista- Escola Superior da Amazônia

RESUMO: A simbologia das mamas na identidade feminina ultrapassa os aspectos físicos, as intervenções cirúrgicas de mastectomia interferem abruptamente no convívio social das mulheres. Os procedimentos de reconstrução mamária visam restaurar o volume perdido pós mastectomia. **Objetivo:** analisar complicações decorrentes de reconstrução mamária imediata com implantes em pacientes com câncer de

mama atendidas em hospital terciário no Ceará.

Métodos: foi realizado um estudo analítico observacional de coorte retrospectivo, a partir da revisão de prontuário de pacientes submetidas a reconstrução mamária imediata com prótese ou expansor temporário após mastectomia por câncer de mama, na Maternidade Escola Assis de Chateaubriand, no período de 2015 a 2019. Estabelecendo a prevalência entre as características comuns relativas tanto ao procedimento cirúrgico aos quais elas foram submetidas, quanto ao perfil clínico-epidemiológico das pacientes. **Resultados:** não foi possível estabelecer relação entre o tipo de implante e a presença ou não de complicação, bem como o tempo de reconstrução e esvaziamento axilar. O estudo demonstrou uma importante relação ao tipo de mastectomia, tendo a Nipple Sparing, com o menor número de complicações. Onde, 50% das complicações ocorrem a partir do procedimento de mastectomia radical. **Conclusão:** O maior número de complicações manteve relação direta com a técnica utilizada na mastectomia. O momento da reconstrução nas pacientes submetidas à radioterapia não demonstrou relação significativa.

PALAVRAS-CHAVE: Mastectomia, neoplasias da mama e implante mamário.

INTRODUÇÃO

A simbologia das mamas na identidade feminina vai além dos aspectos físicos, a limitação imposta pelo procedimento cirúrgico exprime impotência, vergonha e interfere nas

atividades sociais e de convívio (GOMES, SOARES e SILVA, 2015; ALMEIDA *et al.*, 2015; RODRIGUES, VIANA e ANDRADE, 2015). A reconstrução mamária imediata proporciona benefícios psicológicos à mulher, além da segurança oncológica comprovada (AL-GHAZAL *et al.*, 1999 *apud* FARAH, NAHAS e MENDES, 2015).

Os procedimentos de reconstrução mamária buscam reestabelecer a estética corporal, promovendo simetria e restauração do volume perdido (PAREDES *et al.*, 2013). A escolha da técnica compreende diversos fatores, entre eles o prognóstico do câncer, as características físicas das pacientes, tipo de mastectomia realizada, recursos disponíveis e qualificação da equipe (CLARO JR *et al.*, 2013).

No Brasil, as técnicas de reconstrução mamária mais utilizadas são: reconstrução com retalho do músculo reto abdominal (TRAM), com retalho de músculo grande dorsal (RGD), e utilização de expansor tecidual posteriormente substituído por implante de silicone (PAREDES *et al.* 2013).

A mastectomia ocupa lugar de destaque entre os tratamentos mais empregados para o câncer de mama. As terapias adjuvantes e o procedimento cirúrgico contribuem para complicações físicas e psicológicas com importante influência na qualidade de vida da mulher (PARKER *et al.*, 2007). As ocorrências após o procedimento de reconstrução mamária são divididas em imediatas e tardias, sendo classificadas a partir dos tipos de complicação.

As complicações tardias são visualizadas em até 68% dos casos após radioterapia, envolvem deflação da prótese/expansor, contratura capsular e *Rippling* - palpação da dobra do implante (FRASSON, *et al.* 2018). O estudo teve como objetivo analisar complicações cirúrgicas decorrentes da reconstrução mamária imediata com implantes em pacientes com câncer de mama atendidas em hospital terciário no Ceará.

MÉTODOS

Um estudo observacional analítico de coorte retrospectivo foi realizado a partir da revisão de prontuários eletrônicos, em pacientes submetidas a reconstrução mamária imediata com prótese ou expansor temporário após mastectomia por câncer de mama, no período de 2015 a 2019, acompanhadas pelo serviço de mastologia da Maternidade Escola Assis de Chateaubriand MEAC – UFC.

Os dados das pacientes foram classificados em grupos a partir do tipo de complicações, segregadas em imediatas (até 30 dias do procedimento cirúrgico) e tardias (após 30 dias do procedimento cirúrgico). Outras variáveis também foram observadas, são elas: esvaziamento axilar (sim ou não); tipo de mastectomia (*skin sparing* ou *nipple sparing*); tipo de incisão (pelo sulco, radial, periareolar ou stuart); radioterapia adjuvante (sim ou não); tempo de complicação após o término da radioterapia; tempo de dreno (<7 dias ou >7 dias); antibioticoterapia profilática intraoperatoria (monoterapia ou politerapia);

tempo entre término de QT e procedimento; quimioterapia neoadjuvante (sim ou não); imunohistoquímica; estadiamento clínico e fatores de risco (faixa etária, índice de massa corporal, tabagismo, diabetes e hipertensão) .

A análise estatística foi realizada pelo software Jamovi 1.3, e os testes utilizados foram: t de Student, para as variáveis com distribuição normal. Os testes de normalidade realizados foram o Shapiro-Wilk, Kolmogorov –Smirnov e Anderson- Darling

RESULTADOS

O estudo foi realizado com 63 mulheres submetidas a reconstrução mamária atendidas pelo serviço de mastologia da Maternidade Escola Assis de Chateaubriand com média de idade de 47 anos. Observou-se que a reconstrução mamária imediata é a mais prevalente, realizado em 77,7% dos casos analisados. De todas as mulheres que realizaram a reconstrução mamária houve a identificação de 19 casos em algum tipo de complicação cirúrgica (30,15%), onde a mais prevalente foi a deiscência, sendo verificada em 42,1% das pacientes. As complicações cirúrgicas foram avaliadas segundo o tipo de implante, utilização ou não de radioterapia e condições clínicas da paciente como obesidade e tabagismo. Não foram encontradas diferenças significativas dessas variáveis com complicações cirúrgicas. Apenas o tipo de mastectomia realizada apresentou significância estatística quando relacionada às complicações, com a mastectomia radical estando associada em 50% dos casos (Tabela1).

<i>Tipo de mastectomia</i>	<i>Complicação</i>				<i>Total</i>	<i>χ²</i>	<i>p</i>
	<i>Sim</i>	<i>%</i>	<i>Não</i>	<i>%</i>			
<i>Nipple Sparing</i>	7	18,4	31	81,6	38	6,27	0,045
<i>Skin Sparing</i>	11	47,8	12	52,2	23		
<i>Radical</i>	1	50	1	50	2		

Tabela 1. Distribuição de frequência das complicações cirúrgicas por tipo de mastectomia.

Fonte: Silva, 2021.

1 | DISCUSSÃO

Uma pesquisa envolvendo 785 reconstruções mamárias, a radioterapia foi o fator influenciador mais significativo para complicações tardias em reconstruções com prótese, aumentando o risco para infecção, contratura capsular, problemas na cicatrização e extrusão do implante (WOODY *et al.* 2014). Em revisão retrospectiva de prontuário com 428 reconstruções mamárias pós mastectomia por câncer de mama, a incidência de complicações foi associada a existência de fatores de risco (tabagismo, obesidade, comorbidades e radioterapia). Ao avaliar as últimas 135 reconstruções, obteve-se

complicação em 41, 4% das pacientes, sendo que 73, 2% destas apresentaram pelo menos um fator de risco (COSAC *et al.* 2013). O tabagismo está associado ao significativo aumento das taxas de necrose dos retalhos e de outras complicações (KNOBLOCH *et al.*, 2008).

Um estudo observacional de longo prazo (seguimento mínimo de 3 anos) que avaliou 48 reconstruções mamárias, relatou complicações de baixa gravidade, conduzidas com tratamento clínico, sem necessidade de reinternação. A técnica com expansor seguida de troca por implante demonstrou menor prevalência de complicação (CLARO JR *et al.*, 2013). Estudos prospectivos randomizados demonstraram índices de sobrevida não associados ao tipo de técnica escolhida (VERONESI *et al.*, 1981 *apud* CLARO JR *et al.*, 2013).

A mastectomia associada à reconstrução imediata é considerada segura do ponto de vista oncológico, porém os tratamentos adjuvantes na mama reconstituída ainda são questionáveis (FARAH, NAHAS e MENDES, 2015). A possibilidade de utilização da radioterapia influencia na escolha do tipo de reconstrução mamária, geralmente opta-se pela reconstrução tardia, ou pela reconstrução imediata com expansor tecidual temporário (JAVOID *et al.* 2006; PINSOLLE *et al.* 2006).

CONCLUSÃO

O estudo permitiu concluir que o maior número de complicações ocorreu a partir da técnica de mastectomia realizada. Embora expressivos relatos na literatura demonstrem associação entre a radioterapia e o momento da reconstrução, nesta análise não foi observada relação significativa.

REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA JÚNIOR, G. L. Immediate breast reconstruction with tissue expander: retrospective study. **Rev. Bras. Cir. Plást.** v. 24, n.1, p. 36-42, 2009. Disponível em: <http://www.rbcp.org.br/details/441/immediate-breast-reconstruction-with-tissue-expander--retrospective-study>. Acesso em: 09 mai. 2020.
2. PAREDES, C. G. *et al.* Impacto da reconstrução mamária na qualidade de vida de pacientes mastectomizadas atendidas no Serviço de Cirurgia Plástica do Hospital Universitário Walter Cantídio. **Rev Bras Cir Plást.**; v. 28, n.1, p.100-4, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcp/v28n1/17.pdf>. Acesso em: 08 mai. 2020.
3. American Society of Plastic Surgeons. 2016 plastic surgery statistics report. Available at: <https://www.plasticsurgery.org/documents/News/Statistics/2016/plastic-surgery-statistics-full-report-2016.pdf>. Accessed May 23, 2017.
4. Azouz V, Mirhaidari S, Wagner DS. Defining infection in breast reconstruction: A literature review. *Ann Plast Surg.*2018;80:587–591.
5. CLARO JÚNIOR, F.; COSTA, V. D.; PINHEIRO, S. A.; PINTO-NETO, M. A. Complicações em reconstrução mamária total em pacientes mastectomizadas por câncer de mama: análise comparativa de longo prazo quanto a influência de técnica, tempo de cirurgia, momento da reconstrução e tratamento adjuvante. **Rev Bras Cir Plást.** v. 28, n. 1, p. 85-91, 2013. Disponível em : <https://www>.

scielo.br/pdf/rbcp/v28n1/15.pdf. Acesso em: 08 mai. 2020.

6. KNOBLOCH, K.; GOHRITZ, A.; REUSS, E.; VOGT, P. M. Nicotine in plastic surgery: a review. *Chirurg.* v. 79, n.10, p. 956-62, 2008. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18512034>. Acesso em: 07 mai. 2020.

7. COSAC, M. O. *et al.* Reconstruções mamárias: estudo retrospectivo de 10 anos. **Rev Bras Cir Plást.** v. 28, n. 1, p. 59-64, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcp/v28n1/11.pdf> Acesso em: 07 mai. 2020.

8. WOODY, N. M. *et al.* Impact of breast radiotherapy on late toxicities and reoperation following mastectomy with tissue expander based reconstruction. **International Journal of Radiation Oncology.** v. 90, p. 46, 2014.

9. GOMES, S. N.; SOARES, O. B. M.; SILVA, R. S. Autoestima e qualidade de vida de mulheres submetidas à cirurgia oncológica de mama. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 19, n. 2, p. 120-132, 2015. Disponível em: <http://www.reme.org.br/artigo/detalhes/1010>. Acesso em: 09 mai. 2020.

10. RODRIGUES, M. S.; VIANA, C. T.; ANDRADE, G. P. A vida da mulher após a mastectomia à luz da teoria adaptativa de Roy. **Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental**, v. 7, n. 4, p. 3292-3304, 2015. Disponível em: http://www.seer.unirio.br/index.php/cuidadofundamental/article/view/3896/pdf_1709>. Acesso em: 09 jun. 2016.

11. ALMEIDA, G. N. *et al.* Qualidade de vida e cuidado de enfermagem na percepção de mulheres mastectomizadas. **Revista de Enfermagem da UFSM**, v. 5, n. 4, p. 607-617, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reufsm/article/view/17103>. Acesso em: 09 mai. 2020.

12. FARAH, B. A.; NAHAS, X. F.; MENDES, A. J. Reconstrução mamária em dois estágios com expansores de tecido e implantes de silicone. **Rev. Bras. Cir. Plást.** v. 30, n. 2, p. 172-181, 2015. Disponível em: <http://www.rbcp.org.br/details/1619/pt-BR/reconstrucao-mamaria-em-dois-estagios-com-expansores-de-tecido-e-implantes-de-silicone>. Acesso em: 10 mai. 2020.

13. FRASSON, L. A. *et al.* **Doenças da mama: Guia de Bolso baseado em evidências.** 2. ed – Rio de Janeiro: Atheneu, 2018.

14. JAVAID, M. *et al.* Radiation effects on the cosmetic outcomes of immediate and delayed autologous breast reconstruction: An argument about timing. **J Plast Reconstr Aesthet Surg.** v. 59, n.1, p.16-26, 2006. Disponível em: [https://www.jprasurg.com/article/S0007-1226\(05\)00271-7/pdf](https://www.jprasurg.com/article/S0007-1226(05)00271-7/pdf). Acesso em: 08 mai. 2020.

15. PINSOLLE V, GRINFEDER C, MATHOULIN-PELISSIER S, FAUCHER A. Complications analysis of 266 immediate breast reconstructions. **J Plast Reconstr Aesthet Surg.** v. 59, n. 10, p. 1017-1024, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1748681506003135>. Acesso em: 09 mai. 2020.

16. Sinha I, Pusic AL, Wilkins EG, et al. Late surgical-site infection in immediate implant-based breast reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 2017;139:20–28.

17. Gfrerer L, Mattos D, Mastroianni M, et al. Assessment of patient factors, surgeons, and surgeon teams in immediate implant-based breast reconstruction outcomes. *Plast Reconstr Surg.* 2015;135:245e–252e.

18. Yuen JC, Coleman CA, Erickson SW. Obesity-related risk factors in implant-based breast reconstruction using AlloDerm. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2017;5:e1231.

19. 17. Chen CL, Shore AD, Johns R, Clark JM, Manahan M, Makary MA. The impact of obesity on breast surgery complications. *Plast Reconstr Surg*. 2011;128:395e–402e.

CAPÍTULO 8

ATIVIDADE LARVICIDA DE *BACILLUS THURINGIENSIS* FRENTE A MOSQUITOS TRANSMISSORES DE DOENÇAS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 28/05/2021

Camila Cassia Silva

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/2278387392313875>

José Manoel Wanderley Duarte Neto

Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA)
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/0685998873631474>

José de Paula Oliveira

Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA)
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/3540150611094753>

Ana Lúcia Figueiredo Porto

Universidade Federal Rural de Pernambuco
(UFRPE)
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/4989617783837981>

RESUMO: As arboviroses como: Dengue, Zika, Chikungunya, são doenças amplamente presente em países tropicais e subtropicais, devidos as condições climáticas que estes apresentam pois favorecem o ciclo de vida dos mosquitos transmissores dessas patologias, que são responsáveis por gerar altos custos aos cofres públicos, visto isto, diversas medidas de controles biológicos vem sendo estudados nos últimos anos, dentre elas se destacam os compostos que tem como princípio ativo as

bactéria *Bacillus thuringiensis* pois além de apresentar um efeito inseticida e larvicidas aos mosquitos não agride o meio ambiente no qual está inserido, além de reduzir os custos de produção, tem fácil manipulação.

PALAVRAS-CHAVE: Arboviroses; *Bacillus thuringiensis*; Inseticidas; Mosquitos.

LARVICIDAL ACTIVITY OF *BACILLUS THURINGIENSIS* AGAINST DISEASE-TRANSMITTING MOSQUITOES

ABSTRACT: Arboviruses such as: Dengue, Zika, Chikungunya, are diseases widely present in tropical and subtropical countries, due to the climatic conditions they present as they favor the life cycle of mosquitoes that transmit these pathologies, which are responsible for generating high costs to the coffers. In view of this, several measures of biological controls have been studied in recent years, among them the compounds that have the active ingredient the bacteria *Bacillus thuringiensis* stand out because in addition to having an insecticidal and larvicidal effect on mosquitoes, it does not harm the environment in which is inserted, in addition to reducing production costs, it has easy handling.

KEYWORDS: Arboviroses; *Bacillus thuringiensis*; Inseticidas; Mosquitos.

INTRODUÇÃO

Os mosquitos representam uma grande ameaça à saúde pública devido a sua alta capacidade de disseminar patologias tropicais

e emergentes, como as espécies dos gêneros *Aedes* e *Culex*. Agem como vetores de diversas doenças, dentre estas a Dengue, Febre Amarela, Filariose Linfática, Febre Chikungunya e Zika. As manifestações clínicas destas doenças, podem variar desde o estado febril leve e indiferenciado a síndromes neurológicas, articulares e hemorrágicas. Geralmente os países mais atingidos por estas doenças são os tropicais e subtropicais devido principalmente as características climáticas favoráveis a proliferação destes insetos vetores. Com frequência, os quadros graves são conhecidos somente após circulação do agente etiológico em extensas epidemias, muitas vezes gerando impactos imensuráveis na morbidade e mortalidade, enquanto a ocorrência, até então, restringia-se a casos isolados ou pequenos surtos e os responsáveis por propagar essas patologias são os mosquitos transmissores de doença (DONALISIO *et al.*, 2017).

Os animais que integram a família *Culicidae*, são conhecidos popularmente como mosquitos, muriçocas ou pernilongos. Existem aproximadamente cerca de 3350 espécies de culicídeos descritas na literatura mundial, muitas com alta relevância epidemiológica. No Brasil estima-se cerca de 500 espécies divididas em 23 gêneros (WRBU, 2017). Como vetores de doenças, destacam-se os gêneros *Culex* e *Aedes*.

Os mosquitos do gênero *Culex* são considerados colonizadores, com alto índice reprodutivo e curto ciclo biológico. Em alta densidade, por ser antropofílico, é um agente causador de incômodo ao homem, devido ao seu hábito hematofágico noturno. Os residentes nas proximidades dos criadouros sofrem diretamente com a elevada exposição às suas picadas, e, indivíduos sensíveis podem desenvolver processos alérgicos (MARQUES-FILHO *et al.*, 2011).

Dentre as espécies com comportamento oportunista quanto à hematofagia que desempenha papel epidemiológico relevante. Destacam-se os gêneros *Aedes*, *Anopheles*, *Ochlerotatus*, além dos gêneros *Mansonia* e *Coquillettidia*, cujas patologias transmitidas oferecem ao hospedeiro, queda na produtividade, perdas na qualidade de vida e ainda ficam expostos ao risco de contrair doenças secundárias (Barbosa, R.M, 2007).

Diante das duas espécies de *Aedes* que estão aptas a transmitir doenças, o *A. aegypti* ainda é o vetor mais frequente no Brasil. Em laboratório, experimentos já apontaram que os insetos *A. albopictus* são capazes de transmitir dengue, chikungunya e febre amarela. Porém, fêmeas desse vetor nunca foram encontradas naturalmente infectadas com qualquer um dos três vírus no Brasil (FIOCRUZ, 2016).

O *Aedes aegypti* apresenta ampla distribuição mundial, sendo mais encontrado em regiões tropicais e subtropicais. Vários aspectos da biologia de *A. aegypti* são similares a *C. quinquefasciatus*, tais como curto ciclo de vida, comportamento endofílico e antropofílico. Por outro lado, *A. aegypti* tem hábito diurno, a hematofagia realizada pelas fêmeas para a maturação dos ovos ocorre, preferencialmente, nas primeiras horas da manhã e ao anoitecer (HALSTEAD, 2008).

Os Simulídeos adultos são dípteros de hábitos diurnos, mas é possível verificar

atividades de hematofagia também no crepúsculo vespertino. Estes horários podem ser diferentes, dependendo da espécie e das condições climatológicas as fêmeas realiza hematofagia, assim, cada repasto sanguíneo está associado à maturação dos oócitos (Figura 01) (LÚCIA, B, L. F.M 2018).

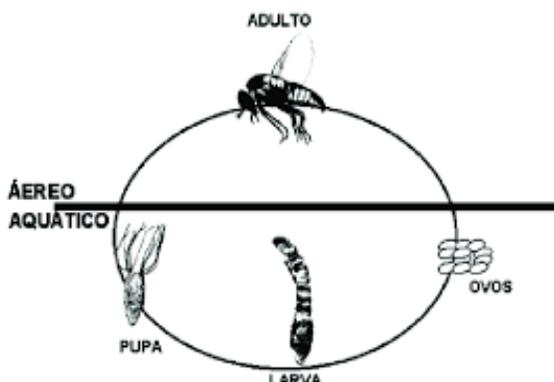


Figura 01: Representação do ciclo de vida dos Simulídeos.

Fonte: Neusa Hamada, 2005.

Segundo Atkinson *et al.*, (2016) descreve que os Culicídeos (Figura 02) são maiores do que os Simulídeos, mais delgados e de coloração mais clara, são sugadores de sangue e suas asas apresentam padrões, os Simulídeos (Figura 01) por sua vez tem um aparelho bucal mastigador, as asas são lisas e transparentes e suas pernas e antenas são mais curtas. O repasto sanguíneo é essencial para a maturação dos ovos de ambos os grupos, e este hábito alimentar das fêmeas possibilita a transmissão de patógenos aos hospedeiros humanos, além de causar desconforto e afetar a qualidade de vida dos indivíduos expostos as suas picadas.

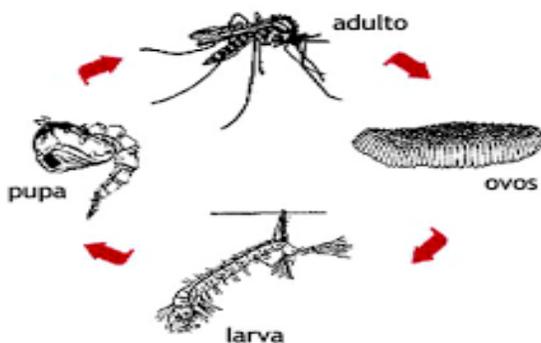


Figura 02: Representação do ciclo de vida dos culicídeos.

Fonte: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/13047/1/luana_ferreira_ioc_dout_2014.pdf.

Devido ao grande potencial de colonização e facilidade de adaptação em diversos tipos de ambientes aquáticos artificiais, sobretudo aqueles com grande nível de matéria orgânica, as espécies do gênero *Culex* possuem alta capacidade de proliferar em áreas urbanas com saneamento precário (MWAKITALU, 2013).

As áreas caracterizadas por apresentarem baixo índice de qualidade ambiental, e o grau de urbanização estão relacionadas com a presença de criadouros produtivos (MACIEL-DE-FREITAS et al., 2007)

Diversos fatores influenciam na manutenção do ciclo de transmissão destas doenças transmitidas por mosquitos, a intensa e desordenada urbanização gera precárias condições de moradia, de infra-estrutura de coleta de lixo e de saneamento básico, somados à ineficiente estrutura de abastecimento de água, que estimula o seu armazenamento em domicílios pela população. Esses fatos favorecem o desenvolvimento de condições adequadas para a formação de criadouros de *A. aegypti* e *C. quinquefasciatus* (Organização Mundial de Saúde, 2014).

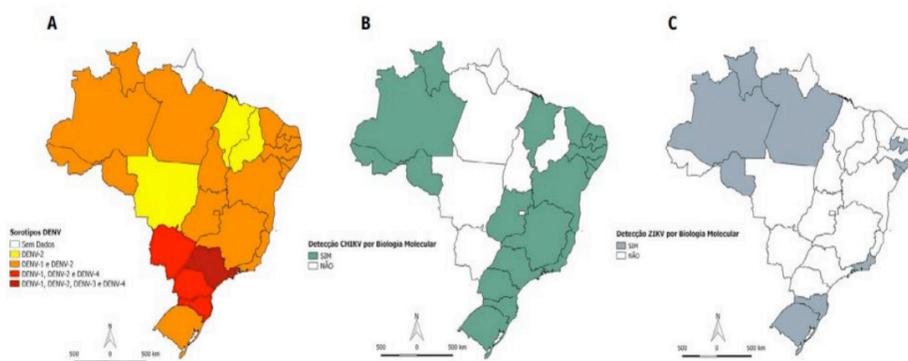


Figura 03: Identificação de sorotipos DENV (A), CHIKV (B), e ZIKA (C), por unidade federativa, SE a 44, 2020.

Fonte: Coordenação geral de laboratórios de saúde pública (CGLAB).

Como exemplo, os altos índices de notificação pelas arboviroses, apresentadas na figura 03, trazem impactos para a saúde pública, que visa criar programas de prevenção através do controle dos mosquitos vetores dessas patologias, pois uma das maneiras mais eficientes de prevenir as doenças ocasionadas por patógenos transmitidos por mosquitos vetores, é a realização de ações que reduzam a densidade dos insetos, afim de reduzir o risco de transmissão. Esse controle pode ser realizado através de intervenções diretas, químicas ou biológicas. Tecnologias alternativas, como o controle biológico, oferecem novas possibilidades para lidar com esse problema.

No que se refere aos larvicidas biológicos, atualmente os mais eficientes são os produzidos usando cristais de *Bacillus thuringiensis* (BT), com linhagens altamente tóxicas,

para utilização no combate dos culicídeos e simuliídeos. Porém, atualmente, os larvicidas químicos sintéticos e convencionais continuam sendo a principal ferramenta usada no combate aos mosquitos. Entretanto, esses pesticidas sintéticos podem causar diversos problemas de saúde e poluir de forma direta o meio ambiente (ASHAF, M.A *et al.*, 2017).

O uso indiscriminado de larvicidas sintéticos comerciais podem acarretar inúmeros problemas para o meio ambiente: contaminando o ar, a água, o solo causando a morte de animais e plantas. Estas substâncias podem deslocar-se no ambiente através dos ventos e da água da chuva para locais distantes de onde foram aplicados. A quantidade em larga escala de aplicação destas substâncias tóxicas no ambiente vem contribuindo para sua degradação, tais problemas ilustram o fato de que, mesmo com os avanços tecnológicos ocorridos nos últimos anos, torna-se praticamente impossível prever com exatidão o real impacto que os produtos químicos poderão causar em longo prazo nos ecossistemas. Isso ocorre porque, uma vez liberado no meio ambiente, com o objetivo de controlar a população de pragas tais como insetos, além de proporcionar resistência em alguns gêneros de mosquitos, por este motivo os produtos de origens biológicas vêm sendo amplamente pesquisados no mundo (GRISOLIA, 2005).

METODOLOGIA

Nesse cenário, foi realizada a presente pesquisa, baseada na seleção de artigos através do levantamento bibliográfico em bases de dados científicas. A busca foi feita na Pubmed e na biblioteca virtual de saúde com os seguintes descritores da busca em língua portuguesa e inglesa com o operador booleano: *Bacillus thuringiensis* AND *Mosquitoes* (mosquitos). Além de dados publicados em páginas de diferentes instituições científicas e governamentais, como a organização pan-americana de saúde para dar suporte introdutório ao tema. Os limites de busca adotados basearam-se em publicações disponíveis em texto completo, com livre acesso.

Foram considerados como critérios de inclusão: Periódicos indexados publicados nacionais e internacionais, escritos em língua portuguesa e inglesa, acessados em texto completo e com delimitação de ano de publicação entre 2000 e 2020, trabalhos que abordassem a atividade larvicida do *Bacillus thuringiensis* frente aos mosquitos transmissores de doenças, visando ampliar os resultados da busca. Já os critérios de exclusão levaram em consideração os artigos e teses que após a identificação por meio de títulos e resumos, não se enquadravam ao objetivo da pesquisa, aqueles que estavam indisponíveis para download, e escritos em outras línguas. Para análise e seleção no contexto do assunto pesquisado, todos os resumos foram lidos e analisados pelos autores deste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que a estratégia de controle químico apresenta diversos riscos para população e ambiente, o controle biológico é tido como um novo meio promissor de controle de insetos vetores de doenças, utilizando para isto, de agentes biológicos que ocorrem de forma natural como forma de controle. Basicamente o controle biológico consiste na utilização de diferentes espécies de organismos que podem causar alguma alteração ao equilíbrio homeostático do inseto levando-o a morte, torná-lo mais suscetível a outras formas de controle, expor estes insetos vetores a espécies predadoras em suas fases evolutivas ou ainda agir tornado o inseto mais resistente a infectarem-se com organismos causadores de doenças (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Diversas espécies de organismos vêm sendo utilizadas, principalmente no manejo de insetos e pragas agrícolas. No controle de insetos de importância na saúde pública, entretanto, são mais utilizados as bactérias e os fungos entomopatogênicos como principal forma de controle biológico (JUNIOR, 2011). Como principais representantes das bactérias o Bt é o microorganismo mais utilizado e com uma alta aplicabilidade. Sua comercialização ocorre em diversos países, devido a sua alta letalidade aos insetos, relacionada a produção de proteínas tóxicas responsáveis por afetar o sistema digestório do mosquito, causando sepse. Outra relevante vantagem na utilização desta forma de controle, consiste na segurança ambiental, pois tais toxinas são inofensivas aos vertebrados e invertebrados não-alvo (ANGELO et al., 2010).

Os inseticidas microbianos as bases de Bt ocupam cerca de 90% do mercado mundial, sendo de grande eficácia na eliminação de vetores de doenças a humanos, proteção de cultivos e florestas. Esse microorganismo pode ser encontrado e distribuído em uma diversidade de ambientes, de acordo com programas de isolamento de Bt. Indivíduos dessa espécie têm sido isolados a partir de amostras retiradas do solo, de grãos em estoque e insetos vivos ou mortos. Suas relações ecológicas, hábitos e localizações ainda geram discussão entre os pesquisadores, entretanto foi descoberto que seus esporos podem permanecer no solo por anos. (CHOUCH *et al*, 2004).

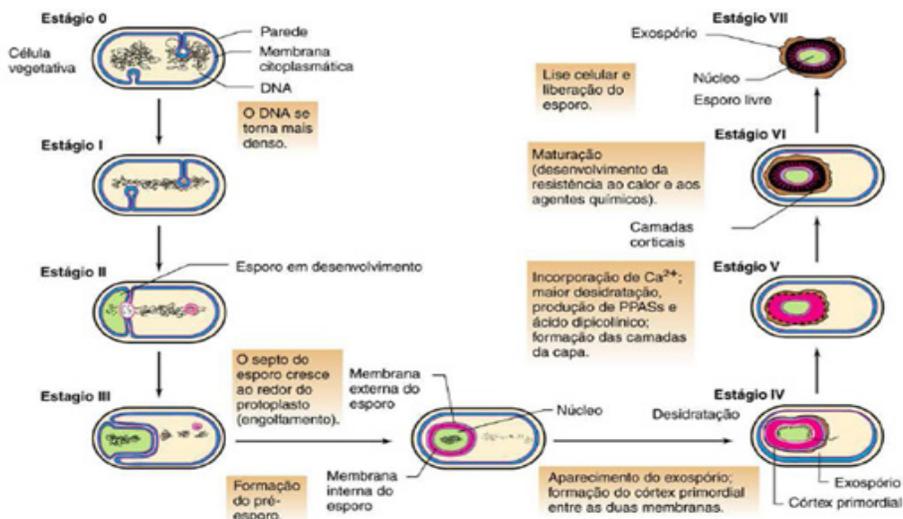


Figura 5: Processo de esporulação das bactérias do gênero *Bacillus*.

Fonte: Brock et al. (1994).

Os cristais de *B. thuringiensis*, produzidos durante seu processo esporulatório (Figura 04), ao serem ingeridos pelas larvas dos insetos suscetíveis, sofrem ação do pH intestinal e de proteases, que solubilizam o cristal e ativam as toxinas. Estas, por sua vez, se ligam a receptores localizados no tecido epitelial do intestino da larva, ocasionando a quebra do equilíbrio osmótico da célula, que se intumescce e rompe, propiciando o extravasamento do conteúdo intestinal para hemocele do inseto. Em consequência, a larva para de se alimentar, entra em paralisia geral e morre por inanição ou septicemia (MONDAL *et al*, 2000).

Este compilado de dados apresentado neste capítulo foi obtido através de documentos científicos, e forneceu uma gama de informações a respeito do controle biológico aplicado na saúde pública exemplificando como este método funciona, como ocorre a relação inseto microrganismo. Seu emprego, que pode ser associado em conjunto com métodos tradicionais de controle, como o sintético, surgindo como mais uma alternativa para tentar controlar diferentes espécies de mosquitos de importância na saúde pública, ajudando no combate de doenças causadas por patógenos que são veiculadas ao ser humano através destes insetos.

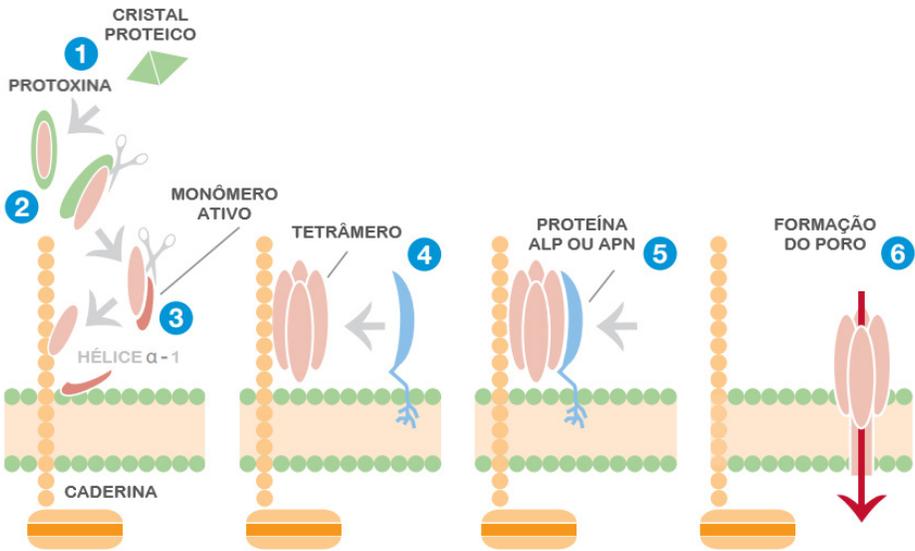


Figura 05: Representação do mecanismo de ação dos cristais proteicos, em inseticidas a base de Bt.

Fonte: SALGADO, V. L. (2013).

A figura 05 representa o mecanismo de ação das proteínas Cry, responsáveis por romper a membrana intestinal do inseto. Esporos e cristais Bt têm sido formulados e pulverizados em cultivos agrícolas desde 1938. Devido à sua alta especificidade, são considerados produtos altamente seguros, sendo inclusive aprovados para utilização em cultivos orgânicos. Por outro lado, sua eficácia de controle pode ser reduzida pela exposição ao calor intenso e radiação ultravioleta, podendo haver a necessidade de múltiplas aplicações para que se obtenha o controle satisfatório. Portanto, condições adequadas de armazenagem e aplicação são essenciais para garantir a efetividade desses produtos. Exemplos de inseticidas formulados com Bt (SALGADO, V. L. 2013).

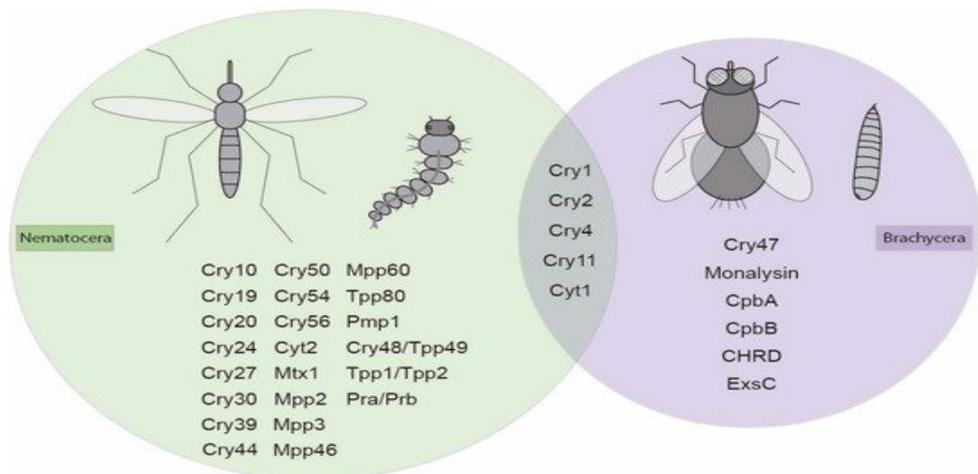


Figura 06: Classificação das ordens de proteínas com atividade larvicidas para as espécies de dípteros.

Fonte: Vigilância sanitária, 2014.

A figura 06 traz uma representação esquemática de toxinas ativas em dípteros provenientes de bactérias. As toxinas ativas contra a subordem *Nematocera* (dos mosquitos) estão dentro do círculo verde. As toxinas ativas contra a subordem *Brachycera* (das moscas) estão dentro do círculo roxo. Toxinas que compartilham atividades entre subordens estão na sobreposição entre os dois círculos.

As larvas de *Culex* alimentam-se por filtração para cima e para baixo na coluna de água e são frequentemente chamadas de alimentadores de coluna, enquanto as larvas de *Aedes* tendem a se infiltrar ao longo das superfícies do substrato, particularmente no fundo. Já as de *Anopheles* se alimentam de material flutuante preso na superfície da água ou logo abaixo dela. Em condições comparáveis, duas espécies de *Anopheles* filtraram água na taxa de 33–34 e 49–55 $\mu\text{L}/\text{larva}/\text{h}$, respectivamente, enquanto *C. quinquefasciatus* filtrou 490–590 e *A. aegypti* 590–690 $\mu\text{L}/\text{larva}/\text{h}$. Os principais formulados a base de cristais de Bt vem apresentando grande relevância, acerca de sua atividade de toxicidade contra diversas linhagens de mosquitos, dentre eles o *Aedes aegypti* conseguiu atingir a taxa de mortalidade entre 96,7% nos valores de CL50 e CL90 de 11,76 μl e 21,61 μl mostrando assim que tem um efeito positivo para letalidade desses vetores. (SKUMAR, D *et al.*, 2010).

Segundo a EMBRAPA (2018) vários testes de avaliação ambiental de larvicidas já foram realizados e asseguram a eficácia e o bom desempenho de produtos tendo como princípio os cristais de Bt, a distribuição ampla como medida de controle biológico para a redução da população de mosquitos vetores de patologias, e sua distribuição vem ganhando destaque no Brasil, uma vez que os riscos proporcionados pelo mesmo são baixos.

CONCLUSÃO

Estudos acerca do assunto, afim de avaliar a atividade mortal das subespécies dos gêneros de mosquitos citados no texto, são de suma relevância para comunidade acadêmica afim de estimular a geração de produtos com baixo efeitos negativos a saúde humana e do meio ambiente, e alta toxicidade para esses mosquitos, causando um impacto na redução dos custos aos cofres públicos destinados aos tratamentos e possíveis complicações dessas doenças transmitidas por mosquitos.

REFERÊNCIAS

ANGELO, E.A., VILAS-BOAS, G.T., CASTRO-GOMES, R.J.H. **Bacillus thuringiensis: características gerais e fermentação**. Universidade Estadual de Londrina, UEL. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 945-958, 2010.

ASHAF, M.A., HAMDY, I.H., TALAT, A.E.I.K., YAZEED, A.AL-S., TAHANY, H.A., HANAN, A.EI-S., FAHD, A.AL-M., MOHAMED,S.I., JAMEEL, AL-T., FAND, A.N. **Larvicidal Activities of Indigenous Bacillus thuringiensis Isolates and Nematode Symbiotic Bacterial Toxins against the Mosquito Vector, Culex pipiens (Diptera: Culicidae)**. J Arthropod Borne Dis. V. 11(2) p. 260–277, 2017.

ATKINSONA, B., HEARNGH, P., AFROUGHA, B., LUMLEY, S., CARTERA, D., AARONSA, E. J., SIMPSON, A. J., BROOKS, T. J., HEWSONH, R. . Detection of Zika Virus in Semen. Emerging Infectious Diseases .v. 22, n. 5, p. 940, 2016.

BARBOSA, R. M. et al. **Laboratory and field evaluation of an oviposition trap for Culex quinquefasciatus (Diptera: Culicidae)**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. v. 102, p. 523-529, 2007.

COUCH, T. L., ROSS, D. A. **Production and utilization of Bacillus thuringiensis. Biotechnology and Bioengineering**, New York, v. 22, n. 7, p. 1297-1304, 2004

DONALISIO, M.R., FREITAS, A.R.R., ZUBEN, A.P.B.V. **Arboviroses emergentes no Brasil: desafios para a clínica e implicações para a saúde pública**. Saúde Pública v.51:30, 2017.

EMBRAPA. **Avanços na produção de biopesticidas** <https://www.embrapa.br/prosa-rural/sul-2018>. 2018

FIOCRUZ. <https://portal.fiocruz.br/noticia/mosquitos-aedes-aegypti-e-albopictus-sao-diferentes-na-competencia-para-transmitir-zika>

GRISOLIA, CESAR KOPPE. **Agrotóxicos – mutações, reprodução e câncer**. Brasília; editora Universidade de Brasília, 2005

HALSTEAD, S. B. **Dengue virus–mosquito interactions**. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v. 53, p. 273-291, jan. 2008.

Insecticide Is Precise On Pests And Soft On The Rest. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/global/en/innovations-for-agriculture/Insecticides/inscalis.html>. 2013

KUMAR D., CHAUDHARY K. & BOORA K.S. **Characterization of native *Bacillus thuringiensis* strains by PCR-RAPD based fingerprinting.** Indian Journal of Microbiology 50: 27-32. 2010

MACIEL-DE-FREITAS, R. et al. **Undesirable consequences of insecticide resistance following *Aedes aegypti* control activities due to a dengue outbreak.** PLoS One, San Francisco, v. 9, n. 3, p. e92424, mar. 2014.

MARQUES-FILHO, C.A.M., DALBON, M.G., DINI, K.V.A.B., PARODI, E.S.M., OLIVEIRA, D.C., HIBI, S., AGUENA, N.Y., CAMPOS, K.A. **Controle biológico de *Culex quinquefasciatus* com *Bacillus sphaericus* no Rio Pinheiros** – São Paulo – SP. 2011.

Ministério da Saúde. Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue. Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília : Ministério da Saúde. ISBN 978-85-334-1602-4 p.160 , 2009.

MONDAL, K.; PARWEEN, S. **Insect growth regulators and their potential in the management of stored-product insect pests.** Integrated Pest Management Reviews, Oxford, v. 5, n. 4, p. 255-295, jan. 2000.

MWANGANGI, J. M.I. **Wide-scale application of *Bti/Bs* biolarvicide in different aquatic habitat types in urban and peri-urban Malindi, Kenya.** Parasitology Research, Berlim, v. 108, n. 6, p. 1355-1363, jun. 2013.

Rio Grande do Sul. **Secretaria Estadual da Saúde. Centro Estadual de Vigilância em Saúde. Vigilância Ambiental de Simulídeos (Diptera, Simuliidae) no Rio Grande do Sul: orientação para gestão nos municípios** / Org. Lucia Beatriz Lopes Ferreira Mardini. – Porto Alegre CEVS/RS, 2018. 60 p.

SALGADO, V. L. 2013. **BASF Insecticide Mode of Action Technical Training Manual.** Disponível em:<https://agriculture.basf.com/global/assets/en/Crop%20Protection/innovation>

SERPA, L. L. N. et al. **Study of the distribution and abundance of the eggs of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* according to the habitat and meteorological variables, municipality of Sao Sebastiao, Sao Paulo State, Brazil.** Parasites & Vectors, London, v. 6, n. 1, p. 321, nov. 2013.

WHO -- **World Health Organization. Vector-borne diseases.** Fact sheets. Mar 2018

WRBU. **Systematic catalog of culicidae.** Washington, USA Disponível: <http://www.mosquitocatalog.org/>

ANATOMIA RADIOGRÁFICA DO ESQUELETO DE CORUJINHA-DO-MATO (*MEGASCOPS CHOLIBA*)

Data de aceite: 01/07/2021

Bruna Pereira Bitencourt

Discente de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná-Setor Palotina

Mariana de Souza

Discente de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná-Setor Palotina

Luana Célia Stunitz da Silva

Docente de Anatomia Animal, Universidade Federal do Paraná-Setor Palotina

RESUMO: Devido à carência de informações acerca da anatomia descritiva radiográfica de aves selvagens nacionais em comparação com as aves domésticas, este trabalho teve como objetivo descrever as características morfológicas radiográficas do esqueleto ósseo da corujinha-do-mato (*Megascops choliba*). Utilizando-se para tal sete animais adultos de ambos os sexos. Para a visualização óssea radiográfica foram efetuadas as projeções ventro-dorsal, dorso-ventral e latero-lateral nas aves. Em todos os espécimes os crânios possuíam ossos mais finos e não havia a presença da articulação fronto-nasal. A coluna vertebral possuía o sinsacro e o pigóstilo e era formada por 12 vértebras cervicais, 7 vértebras torácicas e 4-5 vértebras caudais. Não sendo observado o notário. Constatou-se sete pares de costelas e um osso esterno extenso, não segmentado e com quilha. Os ossos do membro torácico e pélvico estavam compostos pelos mesmos

ossos classicamente descritos para outras aves. Assim, nota-se semelhança nos aspectos anatômicos encontrados nas corujinhas-do-mato (*Megascops choliba*) em relação às descrições na literatura para aves domésticas. Ademais, ressalta-se que o conhecimento anatômico apresentado possui valor intrínseco de consulta à comunidade científica, pois auxiliará em materiais de referências para leituras radiográficas.

PALAVRAS-CHAVE: Anatomia animal; ossos; aves.

RADIOGRAPHIC ANATOMY OF THE SKELETON OF THE TROPICAL SCREECH-OWL (*MEGASCOPS CHOLIBA*)

ABSTRACT: Due to the lack of information about the descriptive radiographic anatomy of national wild birds compared to domestic birds, this study aimed to describe the radiographic morphological characteristics of the boné skeleton of the tropical screech-owl (*Megascops choliba*). Seven adult animals of both sexes were used for this purpose. For the radiographic bone visualization, the ventro-dorsal, dorso-ventral and latero-lateral projections were made in the birds. In all specimens, the skulls had thinner bones and there was no fronto-nasal joint. The vertebral column had the sinsacro and the pigostile and was formed by 12 cervical vertebrae, 7 thoracic vertebrae and 4-5 caudal vertebrae. Notary is not observed. We found seven pairs of ribs and na extensive, non-segmented sternal bone with a keel. The boné of the thoracic and pelvic limbs were composed of the same bones classically described for other birds. Thus, there is a similarity in the anatomical aspects found in the

tropical screech-owl (*Megascops choliba*) in relation to the description in the literature for domestic birds. Furthermore, it is emphasized that the anatomical knowledge presented has an intrinsic value of consultation with the scientific community, as it will assist in reference materials for radiographic readings.

KEYWORDS: Animal anatomy; bones; avian.

1 | INTRODUÇÃO

Das inúmeras afecções que podem acometer as espécies aviárias as que afetam o sistema esquelético estão entre as mais frequentes na rotina clínica. Tanto que lesões traumáticas encontram-se entre as principais causas de injúrias e de mortes das aves de rapina. Como, por exemplo, observado em estudo conduzido no Brasil com 114 aves de rapina em que foram observadas 51,1% de lesões osteoarticulares (JOPPERT, 2007). E fora do país tem-se relatos que em aves de vida livre as lesões traumáticas foram responsáveis por cerca de 63% da casuística na Alemanha durante um ano de observação (LIERZ, 2000) e ocuparam a segunda colocação em número de internações em um hospital na Arábia Saudita (NALDO e SAMOUR, 2004).

Dentre essas lesões a mais recorrente para aves de rapina são as fraturas (HARCOURT-BROWN, 1996) devido aos seus hábitos de alimentação. Sendo que aves mais jovens parecem ser mais susceptíveis, provavelmente devido à pouca experiência de caça (BEDROSIAN e ST PIERRE, 2007).

Infere-se que as grandes casuísticas de atendimentos de afecções osteoarticulares deve-se, possivelmente, tanto à expansão de áreas de ocupações humanas, urbana e rural, que culminam em conflitos, como por exemplo, colisões de aves com edifícios, ou a um manejo inadequado por parte dos proprietário (JOPPERT, 2007).

Logo, a aquisição desses animais implica em conhecimentos adequados à espécie, o que faz com os proprietários busquem por profissionais de Medicina Veterinária cada vez mais capacitados e habilitados ao atendimento às aves (JOPPERT, 2007). Diante disso, o exame radiográfico na Medicina Veterinária se apresenta como um método de diagnóstico por imagem essencial aplicado a afecções osteoarticulares, sendo importante tanto na identificação quanto no diagnóstico diferencial entre as alterações que caracterizam uma doença óssea (ARNAUT, 2006).

Frente a este cenário e devido à carência de informações acerca da anatomia descritiva radiográfica de aves selvagens nacionais em comparação com as aves domésticas, este trabalho teve como objetivo descrever as características morfológicas radiográficas do esqueleto ósseo da corujinha-do-mato (*Megascops choliba*) facilitando assim em melhorias na interpretação de radiografias bem como à própria anatomia descritiva e especial.

21 ASPECTOS DO SISTEMA ESQUELÉTICO DAS AVES

Em muitos trabalhos de anatomia referentes a aves selvagens as descrições ósseas foram incluídas de forma ocasional, sem adentrar em pormenores e normalmente comparando-as com aves domésticas, tal como a galinha (CHARUTA et al., 2005). O que pode gerar alguns equívocos tendo em vista a alta diversidade de espécies aviárias selvagens até então descritas (CAVINATTO et al., 2016) ou mesmo entre aves e mamíferos.

Como é o caso da região cortical e medular dos ossos longos das aves, em que a primeira se apresenta de forma estreita, com trabeculação delicada e a medular mais espessa. Diferente do observado em mamíferos, por exemplo (DYCE et al., 2019). Outra situação é a pneumatização, característica peculiar das aves, em que alguns ossos apresentam divertículos dos sacos aéreos adentrando pelos forames pneumáticos na medula óssea do crânio, vértebras, costelas, esterno, úmero, fêmur, por exemplo. Nesses casos além da particularidade fisiológica em si, o que gera uma radiopacidade óssea diminuída em radiografias, tal situação implica, em situações especiais nas manipulações cirúrgicas de fraturas em ossos deste tipo (ROMÃO, 2011; DYCE et al., 2019).

Os ossos pertencentes ao crânio, coluna vertebral, costelas e esterno das aves estão conjuntamente englobados no chamado esqueleto axial. No caso particular dos Strigiformes, ou seja, as corujas, o crânio apresenta muitas características comuns entre si, como bico recurvado e forte, além de órbitas grandes (SOUZA et al., 2017).

Continuando no esqueleto axial porém focando nas vértebras, sabe-se que estas em conjunto formam a coluna vertebral que tem como objetivo fortalecer o eixo corpóreo proporcionando rigidez para a estabilização durante o voo. Contribuindo, assim, para a manutenção da postura e gerando flexão e extensão alternadas e, às vezes, torção. Além de envolver e proteger a medula espinhal e estruturas acessórias dentro do canal vertebral (DYCE et al., 2019). A quantidade de vértebras cervicais nas aves varia de acordo com a espécie, em animais pequenos pode-se observar oito vértebras, enquanto para grandes, tal como os cisnes, pode-se identificar vinte e cinco vértebras (DYCE et al., 2019).

Como característica desta área sabe-se que a fusão de algumas vértebras torácicas formam o notário em algumas espécies. Já a fusão das últimas vértebras torácicas, todas as lombares, sacrais e primeiras caudais formam o sinsacro e a união das últimas vértebras caudais geram o pigóstilo, ambos encontrados em todas espécies aviárias (FEDUCCIA, 2008; DYCE et al., 2019).

A respeito das costelas nas aves tais ossos apresentam uma parte óssea dorsal, uma parte cartilaginosa ventral e um processo uncinado direcionado caudodorsalmente e que se sobrepõe à costela seguinte. Tal processo permite inserção para músculos e ligamentos, reforçando assim a parede torácica de tais animais (KING, 1986).

O osso esterno forma uma parte considerável da parede corpórea ventral estando modificado ventralmente em um acidente ósseo denominado de quilha ou carina (DYCE et

al., 2019). Cujo objetivo é o de oferecer fixação aos grandes músculos do voo. Desta forma o grau de desenvolvimento da quilha está diretamente relacionado à capacidade de voar da ave, estando assim particularmente mais desenvolvida em grandes aves voadoras (KING; MCLELLAND, 1984).

Os demais ossos do corpo das aves que englobam e formam os membros são descritos como sendo pertencentes ao esqueleto apendicular (DYCE et al., 2019). Em que muito em alguns observa-se também a característica da pneumatização, como já mencionada anteriormente, proporcionado desta maneira leveza e aerodinâmica (FEDUCCIA, 2008). Um exemplo clássico de com tal particularidade são os ossos úmero e coracóide, no membro torácico e no pélvico citam-se os ossos fêmur e o tarsometatarso (DYCE et al., 2019).

3 I EXAME RADIOGRÁFICO EM AVES

Uma vez que o exame radiográfico é um método diagnóstico indispensável na avaliação das fraturas em aves (SMITH, 1997), por ser uma técnica diagnóstica não-invasiva e de rápida interpretação (LAVIN, 1994), deve-se então conhecer as suas maiores aplicabilidades. As quais frequentemente são: confirmar um diagnóstico clínico, classificar a fratura, selecionar o melhor método de fixação, determinar a idade da fratura, demonstrar outras fraturas imperceptíveis ao exame clínico e avaliar o grau de reparo (KEALY & MCALLISTER, 2000).

Duas projeções radiográficas perpendiculares entre si são necessárias para uma interpretação radiográfica precisa (KRAUTWALD-JUNGHANNS, 1996; WILLIAMS, 2002), incluindo: projeções laterolateral e ventrodorsal. Projeções radiográficas adicionais são efetuadas conforme a suspeita clínica ou para uma melhor avaliação, como é caso dos ossos clavículas, coracóides e escápulas (CRACKNELL, 2004).

A partir de sua identificação as fraturas devem ser avaliadas radiograficamente quanto à localização, radiopacidade óssea, reação do periósteo e envolvimento de tecidos moles (MCMILLAN, 1994). A classificação é similar à dos mamíferos (SMITH, 1997; WILLIAMS, 2002) e tem sido descrita por Kealy e McAllister (2000). Ressalta-se também que radiografias de corpo inteiro são rotineiramente realizadas nas aves, permitindo em uma única imagem, a avaliação conjunta da cavidade celomática e do sistema esquelético (SILVERMAN, 1987; WILLIAMS, 2002).

Para realizar as radiografias em espécies aviárias é de suma importância o posicionamento das mesmas no chassi. Para a projeção laterolateral as asas são estendidas dorsalmente e os membros pélvicos caudoventralmente (CRACKNELL, 2004), evitando-se, com isso, a sobreposição das estruturas ósseas na cavidade celomática (SILVESTERMAN, 1987). O posicionamento estará correto se as articulações dos ombros e as articulações coxofemorais estiverem sobrepostas (BEREGI et al., 1999). Já na

projeção ventrodorsal, o paciente deve ser posicionado em decúbito dorsal sobre o chassi, estando com a cabeça, asas e membros pélvicos estendidos na direção cranial, lateral e caudal, respectivamente. A sobreposição do esterno com a coluna vertebral confirmará um posicionamento radiográfico correto (LAVIN, 1994).

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado tendo como base uma amostra de 7 indivíduos adultos da espécie *Megascops choliba* (corujinha-do-mato), sendo 3 fêmeas e 4 machos. As aves foram doadas e congeladas após seu óbito advindas do Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. Após seus descongelamentos, apenas no dia em que se procedeu com as pesagens de cada espécime, foi efetuado as radiografias realizadas no Setor de Diagnóstico por imagem da mesma instituição. Para a pesagem foi utilizada uma balança digital Shimadzu® com precisão de 0,01g, a qual foi empregada para todos os animais.

Para o exame radiográfico foi utilizado o aparelho de radiografia digital CRX com kilovtagem (kV) 90 e miliâmpere (mA) 40. Os animais foram posicionados sobre a placa de imagem e fitas adesivas foram aplicadas na região de carpometacarpos, tarsometatarsos e região cervical cranial para evitar movimentação das áreas. E as projeções latero-lateral, ventro-dorsal, dorso-ventral e dorso-plantar (Figuras 1A a 1C) foram efetuadas. Viabilizando assim a identificação dos ossos e detalhes anatômicos presentes no esqueleto (Figuras 2A a 2C). A cavidade celomática e as retrizes foram fixadas somente em casos necessários e os chassis foram posicionados diretamente em cima da mesa radiográfica.

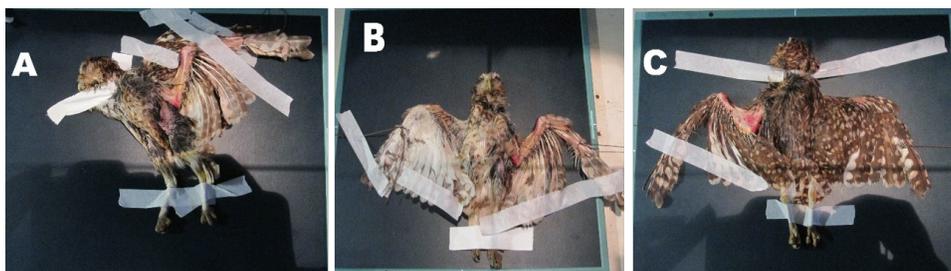


Figura 1 – Demonstração dos posicionamentos radiográficos realizados nas corujinhas-do-mato (*Megascops choliba*). A- Projeção laterolateral; B-Projeção ventrodorsal. C- Projeção dorsoventral.

Fonte: Acervo pessoal.



Figura 2 - Radiografias realizadas em um exemplar da espécie Corujinha-do mato (*Megascops choliba*). A- Projeção laterolateral. B-Projeção ventrodorsal. C- Projeção dorsoventral.

Fonte: Acervo pessoal.

No Laboratório de Anatomia Animal da UFPR-Setor foi realizado em um espécime o processo de maceração termoquímica. Quando secos os ossos foram submersos em solução de peróxido de hidrogênio 10% por alguns minutos até clarificação e depois expostos ao Sol. Permitindo assim a montagem do esqueleto referente à espécie aviária visando a comparação das estruturas visualizadas radiograficamente (Figuras 3A e 3B).

A nomenclatura utilizada para denominação e descrição do esqueleto das corujinhas-do-mato no presente estudo teve como base o Handbook of Avian Anatomy: *Nomina anatomica avium* editado pelo International Committee on Avian Anatomical Nomenclature (BAUMEL, 1993).

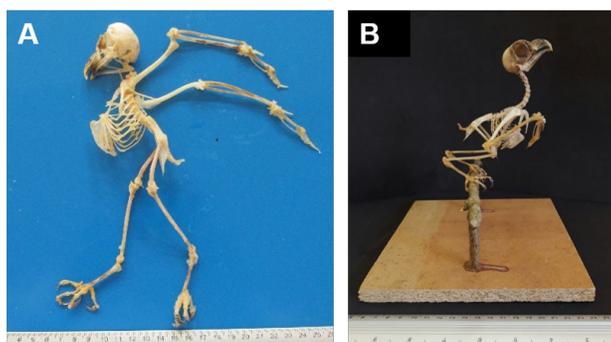


Figura 3 – Esqueleto de um espécime de corujinha-do-mato (*Megascops choliba*). A. Esqueleto não montado. B- Esqueleto montado sobre placa de madeira.

Fonte: Acervo pessoal.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sete exemplares de *Megascops choliba* analisados apresentaram massa corpórea média de 89,71g (sd:± 24,07) (Tabela 1) estando assim abaixo do referido por Sick (1997), em que este autor cita que as corujas desta espécie apresentam uma média entre 96-160 g.

Nº	1	2	3	4	5	6	7
SEXO	Macho	Fêmea	Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	Macho
MASSA	114,30	83,50	104,59	103,88	57,82	56,69	107,20

Tabela 1: Relação dos sexos dos indivíduos de *Megascops choliba* e suas massas corpóreas em gramas (g).

No trabalho de Cavinatto (2016) foi utilizado kV 40 e mA 200 em um aparelho EQUIMEX convencional, em que neste as radiografias eram reveladas. Em contrapartida no presente estudo foi utilizado 90 kV e 40 mA em um aparelho digital, onde pôde-se ter uma melhor resolução da imagem. O kV maior resultou em comprimento de onda menor estando mais adequado no caso das aves visto o tórax ser pequeno. Nota-se a diminuição do mA, do aparelho convencional de 200 mA para o aparelho digital de 40 mA, reduzindo consequentemente a radiação para maior segurança radiológica.

Ao se efetuar as radiografias observou-se que nos sete animais analisados não foi observado em nenhum a articulação fronto-nasal como descrita no crânio de Papagaios do gênero *Amazona* (CANIVATTO et al., 2016). Provavelmente devido ao fato que tais corujas ao se alimentarem de tecidos mais moles, como a musculatura das presas, não requerem mobilidade articular entre o bico e crânio, tal como visto nos psitacídeos ao se alimentarem de sementes secas (CUBAS et al., 2014).

Ainda sobre o crânio no osso occipital das corujinhas-do-mato o forame magno articulava-se com o atlas, formando uma articulação que permitia à ave girar a cabeça sobre a coluna vertebral em uma extensão maior do que a observada em mamíferos (DYCE et al., 2019). E assim como observado por Silveira (1999) não foi possível o estudo individual detalhado de cada um dos ossos formadores da cabeça devido à grande fusão dos ossos presente em indivíduos adultos de aves.

A respeito da coluna vertebral as vértebras cervicais analisadas possuíam características de vértebras heterocelosas (FIGURA 4A), com exceção da primeira vértebra ou atlas, tal como visualizado também em papagaios (CANIVATTO et al., 2016). Ademais não houve a presença do notário nos espécimes, em contrapartida notou-se o sinsacro e o pigóstilo em todas as aves (FIGURA 4A).

Quanto ao número de vértebras, as análises radiográficas efetuadas da espécie *Megascops choliba* apresentaram 12 vértebras cervicais, 7 vértebras torácicas e dos 7 indivíduos desta espécie em 3 foi observado 5 vértebras caudais e em 4 aves haviam 4 vértebras caudais. Estas variações anatômicas são esperadas e devem ser levadas em consideração em uma análise radiográfica, tendo em vista que as mesmas não apresentam anormalidades (OLSON, 2003)

Nas costelas, outro osso representante do esqueleto axial, foi constatado a presença de sete pares de costelas nos espécimes, tal como descrito na literatura para outras aves

(DYCE, et al. 2019). E assim como descrito por Romão (2011) as costelas vertebrais apresentavam, com exceção da primeira e da última, ao terço médio de seu bordo caudal e visíveis apenas na projeção ventro-dorsal, um processo em forma de gancho achatado que se sobrepunha à vértebra seguinte, sendo designado de processo uncinado (FIGURA 4B). Conferindo maior rigidez à porção torácica das aves.

E finalizando o esqueleto axial observou-se de forma mais nítida nas projeções latero-laterais que o osso esterno possuía um grande volume e extenso, não sendo segmentado, com a face visceral levemente côncava e com diversos forames pneumáticos. O que corrobora com descrições clássicas na literatura (DYCE et al., 2019; ROMÃO, 2011). Além disso apresentava uma quilha projetada ventralmente em todos os animais analisados. Tendo como função atuar como superfície óssea à origem dos principais músculos do voo (FEDUCCIA, 2008; DYCE et al., 2019).

Outros acidentes ósseos encontrados no osso esterno, porém não visíveis radiograficamente devido à sobreposição óssea, mas sim apenas no exemplar que foi macerado para a montagem do esqueleto, são os processos caudolaterais que formam os limites laterais das incisuras e os processos metaesternais laterais, que formam os limites laterais das incisuras mediais. E cranialmente tem-se ainda projetando-se lateralmente um par de processos esternocoracoidais e medialmente a espinha do manúbrio.

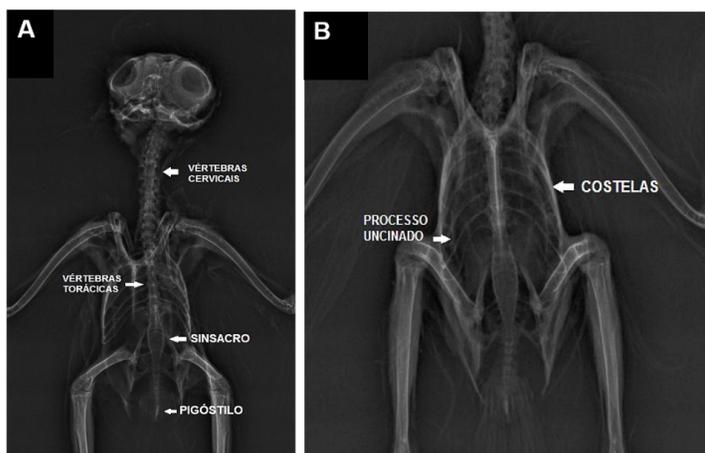


Figura 4 – Radiografias na posição ventro-dorsal de um espécime de *Megascops choliba* (Corujinha-do-mato). A- Identificação das vértebras cervicais e torácicas, sinsacro e pigóstilo. B- Identificação das costelas e do processo uncinado presente nas costelas.

Fonte: Acervo pessoal.

Continuando as observações agora no esqueleto apendicular identificou-se que a anatomia do membro torácico nos animais analisados estava composta pelos ossos clavículas que formavam o osso fúrcula, dois coracoides, duas escápulas, dois úmeros,

dois raios, duas ulnas, dois carpos radiais, dois carpos ulnares, dois metacarpos II, dois metacarpos III, dois metacarpos IV, duas falanges I do segundo dígito, duas falanges do I do terceiro dígito, duas falanges II do terceiro dígito e duas falanges I do quarto dígito (Figura 5).

Os ossos dos membros torácicos das espécies analisadas mostraram-se longos, com as proximidades largas, com seus corpos inapertos, extremidades proximais e distais apresentando trabéculas ósseas, todas em proporção a cada espécime. Com relação aos três ossos carpometacarpos notou-se uma falange no dedo do primeiro carpometacarpo, duas falanges no dedo do segundo carpometacarpo e uma falange no dedo do terceiro carpometacarpo tanto em membro torácico esquerdo e direito (FIGURA 5).

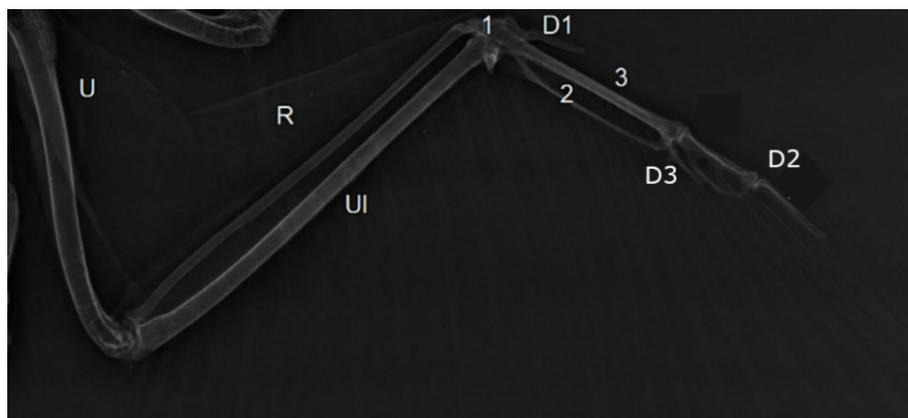


Figura 5 – Imagem radiográfica do membro torácico esquerdo de *Megascops choliba* (corujinha-domato) em que observa-se o osso úmero (U), osso rádio (R), osso ulna (UI), ossos carpometacarpos I, II e III (1, 2, 3), II dedo (D1), III dedo (D2), IV dedo (D3).

Fonte: Acervo pessoal.

Já em relação a anatomia dos membros pélvicos nos animais analisados os mesmos estavam compostos pelos ossos: fêmur, tibiotarso, fíbula, patela, tarsometatarso, tróclea central e lateral, dígito I com duas falanges, dígito II com três falanges, dígito três com quatro falanges e dígito V com cinco falanges (Figura 6). Nos pés havia um arranjo onde o dedo I (hálux) estava voltado caudalmente e os outros três dedos voltavam-se cranialmente, sendo assim incluídos na classificação de pés anisodáctilos.

Nas radiografias realizadas os ossos fêmur e tibiotarso se mostraram alongados, retos e inapertos. Os ossos fêmures em suas epífises proximais apresentavam uma cabeça e um colo, a qual se articulava no acetábulo do osso sinsacro, e um trocânter maior. Na epífise distal observou-se dois côndilos, um medial para articulação com o osso tibiotarso e outro lateral para articulação com o osso fíbula. Por fim uma tróclea situava-se cranialmente, sobre a qual deslizava a patela. Corroborando assim com as descrições encontradas para as aves domésticas (DYCE et al., 2019).

Já os ossos tibiotarsos possuíam um formato cilíndrico e ligeiramente encurvados e os ossos fíbula apresentavam uma cabeça bem desenvolvida a qual se articulava com o côndilo lateral do fêmur, e um estreito corpo que se articulava com o terço proximal do corpo do osso tibiotarso. Não foram encontradas diferenças nos dedos dos pés nos espécimes analisados. O dedo I possuía duas falanges, o dedo II apresentava três falanges, o dedo III com quatro falanges e o dedo IV com cinco falanges.

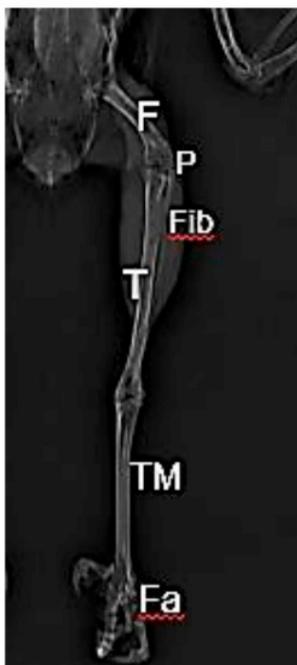


Figura 6 - Imagem radiográfica em projeção ventro-dorsal do membro pélvico esquerdo de *Megascops choliba* (corujinha-do-mato) em que observa-se o osso fêmur (F), osso patela (P), osso tibiotarso (T), osso fíbula (Fib), osso tarsometatarso (TM) e dígito com suas falanges (Fa).

Fonte: Acervo pessoal.

6 | CONCLUSÃO

Com os dados obtidos neste estudo nota-se semelhança nos aspectos anatômicos encontrados nas corujinhas-do-mato (*Megascops choliba*) em relação às descrições na literatura para aves domésticas. Ademais, o conhecimento anatômico apresentado possui valor intrínseco de consulta à comunidade científica, pois auxiliará em materiais de referências para leitura radiográficas da espécie.

REFERÊNCIAS

ARNAUT, L. S. **Estudo radiográfico das afecções do sistema esquelético em aves.** Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina

Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. 123p., 2006.

BAUMEL, J.J. **Handbook of Avian Anatomy**: nomina anatomica avium. 2 Ed. Nuttall Ornithological Club, Cambridge, 779 p.

BEDROSIAN, B.E.; St. PIERRE, A.M. Frequency of injuries in three raptor species wintering in northeastern Arkansas. **The Wilson Journal of Ornithology**, v.119, n.2, p.296-298, 2007.

BEREGI, A.; MOLNAR, V.; FELKAI, F.; BIRÓ, F.; SZENTGÁLI, Z. Diagnostic radiology of pet and wild birds: a review. **Acta Veterinaria Hungarica**, v.47, n.3, p.291-302, 1999.

CANIVATTO C.C.; ARMANDO, A.P.R.N.; CRUZ, L.K.S.; LIMA, E.M.M.; SANTANA, M.I.S. Descrição anatômica de esqueletos de papagaios do gênero *Amazona* através da utilização de radiografias. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 2, p.123-130, 2016.

CHARUTA, A.; BARTYZEL, B.J.; KARBOWICZ, M.; KOBRYN, H. Morphology and morphometry of the antibrachial skeleton and bones of hand of the domestic pekin duck. **Veterinarija ir Zootecnika**, v. 29, n. 51, p.:26-30, 2005.

CRACKNELL, J. Avian radiography and radiology in practice. **Veterinary Times**, v.34, n 4, p.6-7, 2004.

CUBAS, S.Z.; SILVA, R.C.J.; DIAS, C.L.J. **Tratado de animais selvagens**. Medicina Veterinária. 2. Ed. São Paulo: Roca, 1237p., 2014.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 5º ed. Ed. Elsevier Saunders, Rio de Janeiro, 2019, 872p.

FEDUCCIA, A. Osteologia das aves. In: GETTY, R.; S. SISSON; J.D. GROSSMAN. **Anatomia dos animais domésticos**. Vol. 2. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 2000p.

HARCOURT-BROWN, N.H. **Foot and leg problems**. In:Manual of raptors, pigeons and waterfowl. 1.ed. Gloucestershire: BSAVA, cap.16., 1996.

JOPPERT, A.M. **Estudo prospectivo das causas de morte de Falconiformes e Strigiformes de vida livre no município de São Paulo**. Tese de Doutorado em Patologia Experimental e Comparada – USP/SP. 2007.

KEALY, J. K.; MCALLISTER, H. **Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat**. 3. ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, p. 253-338, 2000.

KING, A. S.; MCLELLAND, J. **Birds: their structure and function**. 2. ed. London: Ballière Tindall, p. 43-78, 1984.

KING, A.S. Introdução às Aves. In: GETTY, R.; S. SISSON; J.D. GROSSMAN. **Anatomia dos animais domésticos**. Vol. 2. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.1677- 1962, 2008.

KONIG, H.E.; KORBEL, R.; LIEBICH, H.G. **Avian Anatomy Textbook and Colour Atlas**. 2º Ed. 5M Publishing Ltd, 2016.

KRAUTWALD-JUNGHANNS; M.E.; HENDRICH-SCHUSTER, S. Radiography. In: BEYNON, P. H.; FORBES, N. A.; LAWTON, M. P. C. (Ed.). **Manual of psittacine birds**. Cheltenham: BSAVA, p. 60-68, 1996.

LAVIN, L. M. **Radiography in veterinary technology**. Philadelphia: W.B. Saunders Company, p.279-296, 1994.

LIERZ, M. Investigation of free-ranging raptors discovered injured or debilitated in Germany. **Proceedings of Association of Avian Veterinarians**, 139–141, 2000.

MCMILLAN, M. C. Imaging techniques. In: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. **Avian medicine: principles and application**. Lake Worth: Wingsers, p. 246-326, 1994.

NALDO, J.; SAMOUR, J. Causes of Morbidity and Mortality in Falcons in Saudi Arabia. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v.18, n.4, p.229-241, 2007.

O' MALLEY, B. **Clinical anatomy and physiology of exotic species**. Edinburgh: Elsevier Saunders, p.95-161, 2005.

OLSON, S.L. Development and uses of avian skeleton collections. **Bulletin of the British Ornithologists**, v.123, p. 26-34, 2003.

ROMÃO, R. **Osteologia das Aves. Material de apoio às aulas de Anatomia I – Curso de Medicina Veterinária da Universidade de Évora**, 14 p., 2011. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10410/1/Osteologia%20das%20aves,%20Rom%C3%A3o%202011.pdf>>. Acesso em: 09 abr. 2021.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Nova Fronteira, RJ, 912 p.,1997.

SILVESTERMAN, S. Técnica radiográfica para aves. In: TICER, J.W. **Técnicas radiológicas na prática veterinária**, 2 ed. São Paulo: Roca,p.412-420, 1987.

SMITH, B. J.; SMITH, S. A. Radiology. In: ALTMAN, R. B.; CLUBB, S. L.; DORRESTEIN, G. M.; QUESENBERRY, K. **Avian medicine and surgery**. Philadelphia: W. B. Saunders Company, p. 170-199, 1997.

SOUZA, J. G.; ARAÚJO, D.V.F.; CARREIRO, A.N.; FALCÃO, B.M.R.; SANTOS, J.R.S.; MENEZES, D.J.A. Aspectos anatômicos e morfométricos do crânio de coruja buraqueira (*Athene cunicularia* Molina, 1782). In: **38º Congresso Brasileiro da Anclivepa**, Recife/PE, 2017.

WILLIAMS, J. **Orthopedic radiography in exotic animal practice**. The Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, v. 5, n. 1, p. 1-22, 2002.

CAPÍTULO 10

ANATOMIA DE SERPENTES NÃO PEÇONHENTAS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Renan Mendes Pires Moreira

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/5559441898350918>

Dirceu Guilherme de Souza Ramos

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/8459938386121997>

Klaus Casaro Saturnino

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/6894735942112278>

Erin Caperuto de Almeida

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/6100067211777597>

Caroline Genestreti Aires

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/1974251730762314>

Juliana Bruno Borges Souza

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/4705624506969355>

Karla Cristina Resplandes da Costa Paz

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/2753206112285840>

Guilherme Freitas Arrebola Vieira

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/5061701714647258>

Ana Vitória Alves-Sobrinho

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/4313101638925570>

Rafaela Vasconcelos Ribeiro

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/8049110674268004>

Júlia Martins Soares

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/5636310503207788>

Isadora Gomes Nogueira

Universidade Federal de Jataí
Jataí – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/9409029995525282>

RESUMO: Desde os tempos remotos as serpentes despertam sentimentos diversos nos humanos, sendo cultuada em algumas culturas, enquanto em outras demonizadas. No cenário atual, o interesse por serpentes é cada vez mais frequente, sendo comumente adotadas como pet em diversos países, incluindo o Brasil, onde a procura por estes animais, e répteis no geral, é crescente. Além de assumirem um papel ecológico importante na manutenção dos ecossistemas naturais, as serpentes têm um papel econômico, por meio da peçonha, que dá

origem a diversos medicamentos de uso humano. Os compostos derivados das peçonhas podem ter diversas aplicações terapêuticas, incluindo o uso como anticoagulantes, produção de medicamentos cardiovasculares e anticancerígenos. Considerando a importância das serpentes no ecossistema natural, o crescente interesse mundial pelos répteis como pet, e a importância e contribuição destes animais para com a saúde pública e humana, o presente trabalho objetiva explicar os aspectos biológicos e anatomofisiológicos que as envolvem.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação, Répteis, Pet, Constrictoras.

ANATOMY OF NON-POISONING SERPENTS

ABSTRACT: Since ancient times snakes have aroused different feelings in humans, being worshiped in some cultures while in others they were demonized. In the current scenario, the interest in snakes is becoming more and more frequent, being commonly adopted as pets in several countries, including Brazil where the demand for these animals, and reptiles in general, is growing. Besides assuming an important ecological role in the maintenance of natural ecosystems, snakes have an economic role, through their venom, which originates several drugs for human use. The compounds derived from the venom can have several therapeutic applications, including use as anticoagulants, production of cardiovascular drugs, and anticancer drugs. Considering the importance of snakes in the natural ecosystem, the growing worldwide interest in reptiles as pets, and the importance and contribution of these animals to public and human health, this paper aims to explain the biological and anatomophysiological aspects involving snakes.

KEYWORDS: Conservation, Reptiles, Pet, Constrictors.

1 | INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, as serpentes sempre despertaram a atenção dos humanos, seja por admiração por parte de alguns, ou repúdio. Todas as serpentes desempenham um importante e fundamental papel no ecossistema natural, participando no controle de populações de pequenos vertebrados, anfíbios e até mesmo outras serpentes, mantendo assim, o equilíbrio ecológico da cadeia alimentar e, conseqüentemente a disseminação de pragas e zoonoses que oferecem risco à saúde humana (BARBOSA, 2018).

O repúdio, por parte de muitas pessoas, torna o trabalho da medicina e conservação das variadas espécies por parte dos zoológicos, Centros de Triagem de Animais Silvestres (CETAS), Centro de Reabilitação de Animais Silvestres (CRAS), mantenedouros e criadouros (científicos e comerciais) muito importante para perpetuação destes animais. A conservação das serpentes peçonhentas é de grande interesse médico, pois a partir delas é produzido o soro antiofídico e alguns medicamentos para tratamentos de enfermidades cardiovasculares, neoplásicas e de distúrbios da coagulação em humanos. Além disto, devido ao exponencial crescimento do mercado pet, as serpentes estão sendo cada vez mais adotadas como animais de companhia exóticos (BRASIL, 2008; KERKKAMP et al., 2018).

De acordo com a ABINPET (2019) (Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação), a população de pets no Brasil é de 139,3 milhões de animais, com crescimento acentuado no número de pets não convencionais e gatos, possuindo faturamento total de R\$ 22,3bi no ano de 2019. Logo, torna-se uma promissora área de atuação para veterinários, biólogos, zootecnistas e outros profissionais relacionados à área. Frente a estes fatores, o conhecimento, por parte dos veterinários, da biologia e medicina destes animais torna-se cada vez mais solicitado.

As famílias de maior interesse em cativeiro, no Brasil, são: Boidae (jiboia, sucuri, salamantas, cobra-papagaio), Viperidae (cascavel, surucucu pico-de-jaca, jararacas), Colubridae (caninana, cobra-cipó e exóticas cornsnakes e milsnakes), Dipsadidae (falsas-corais, muçuranas, cobras-d'água, cobras-verde), Elapidae (corais-verdadeiras) e as exóticas da família Pitonidae (pítons) (GREGO et al., 2014).

Atualmente, é possível adquirir, legalmente, exemplares de serpentes silvestres e exóticas. Dentre as espécies, uma que se destaca é a Jibóia arco-iris (*Epicrates cenchria*) que, devido à característica de refletir a furta cor, é uma das espécies de maior interesse como animal de companhia no Brasil (LIMA et al., 2019; SILVA e BONORINO, 2019).

Desta forma, considerando a importância das serpentes no ecossistema natural, o crescente interesse mundial pelos répteis como pet, e a importância e contribuição destes animais para com a saúde pública e humana, o presente trabalho objetiva explicar os aspectos biológicos e anatomofisiológicos que envolvem as serpentes.

2 | BIOLOGIA

As serpentes estão incluídas na Ordem Squamata, classe Reptilia, juntamente com as anfisbenas e lagartos (LIMA et al., 2019; GREGO et al., 2014). O número de espécies de serpentes no mundo é de 3.879 (Reptile Data Base, 2020), sendo cerca de 405 de ocorrência no Brasil (COSTA e BÉRNILS, 2018).

As serpentes podem ser encontradas em quase todos os ambientes, desde os terrestres (florestais, campos, arbóreos) até em águas continentais e oceânicas, com exceção das regiões polares (WERTHER, 2008; VALENÇA, 2012; GREGO et al., 2014).

Esses animais, assim como os demais répteis, são animais ectotérmicos, sendo incapazes de produzir calor, mas com elevada condutividade térmica. Por este fato, o calor ambiental é extremamente importante na determinação da temperatura corporal (SILVA, 20-). A dependência e influência da temperatura ambiental na corporal, afeta diretamente a fisiologia e funções biológicas (PASSOS, 2009).

Quando em vida livre, a termorregulação das serpentes é possível por posturas comportamentais, como enrolamento (Figura 1) e o achatamento do corpo, e por disponibilidade de local apropriado (tocas, rochas, folhagens, água etc.) (Figura 2). A preferência térmica das serpentes, pode variar de acordo com suas necessidades e

sazonalidade, podendo envolver processos de troca de pele, fatores relacionados com a idade, reprodução, sexo e digestão (GREGO et al., 2014).



FIGURA 1 – Comportamento de enrodiamento em *Epicrates cenchria*.



FIGURA 2 – Corn snake (*Pantherophis guttatus*) em toca.

Todas as serpentes são carnívoras, porém, os hábitos alimentares variam de acordo com a espécie, sendo diversos, desde invertebrados como minhocas, moluscos e artrópodes, até vertebrados, como roedores, lagartos, aves, anfíbios, mamíferos, peixes e outras cobras (LAVOR, 2016). Algumas espécies são peçonhentas, possuindo aparato inoculador do veneno, enquanto outras espécies são constritoras, isto é, se envolvem ao corpo da presa e realizam contração muscular, abatendo a presa por insuficiência respiratória (WERTHER, 2008; GREGO et al., 2014).

A ecdise, ou troca de pele, é um processo fisiológico das serpentes, sendo regulado por hormônios tireoidianos (SANTOS, 2010). Nas serpentes, diferente dos lagartos e iguanas, a troca de pele não ocorre de maneira escalonada, saindo intacta e de uma só vez (BAUER e BAUER, 2014). Antes da muda, as serpentes assumem uma coloração esbranquiçada/azulada, usualmente permanecem dentro d'água, não se alimentam e mostram-se apáticas (Figura 3). Para tal, as serpentes esfregam-se em objetos, a fim de promover atrito, desprendimento e retirada da pele (SANTOS e GALLI, 2017).



FIGURA 3 – Coloração esbranquiçada de *Epicrates cenchria* durante ecdise.

A frequência das ecdises não é um ciclo definido, pois está relacionada a fatores como alimentação, crescimento, metabolismo, estresse e estado de saúde (BAUER e BAUER, 2014). Portanto, a aparência e condição da pele de um indivíduo podem ser utilizados como indicadores de bem-estar e estado de saúde da serpente (VALENÇA, 2012).

3 | ANATOMIA E FISIOLOGIA

Para descrição anatômica das serpentes, toma-se como referência os terços

corporais. O terço cranial compreende o coração, traqueia, esôfago, tireoide e pulmão proximal; o terço médio é composto por estômago, fígado, pulmão, baço e pâncreas; e o terço caudal, intestinos, rins e gônadas (LIMA et al., 2019).

3.1 Terço Cranial

As serpentes possuem várias particularidades anatômicas e fisiológicas. Elas não apresentam ouvido, membrana timpânica, pálpebras e, a particularidade mais notória, não possuem membros torácicos nem pélvicos (MELGAREJO-GIMÉNEZ, 2002; WERTHER, 2008). Como não possuem ouvido, uma forma de percepção do ambiente é por meio de vibrações no solo, realizadas por presas e/ou predadores ao se movimentarem. Estas vibrações são captadas através das escamas ventrais (DIAS e ANDRADE, 2015).

Ao contrário do que muitas pessoas pensam, elas não apresentam uma pele viscosa, e sim uma pele seca, com poucas glândulas, quando comparada à de mamíferos e anfíbios. É densamente queratinizada pelas escamas e com uma camada lipídica para prevenir a perda de água. Além disso, a pele dos répteis é dividida em três componentes, que são: epiderme, derme e espaço subcutâneo (SILVA, 20-).

Poucas características são fidedignas para a identificação de serpentes venenosas. Entre elas, as mais importantes e fáceis de verificar são: a presença de fosseta loreal e o tipo de dentição (SANTOS et al., 1995). A fosseta loreal, é um orifício situado entre a narina e o olho, cuja função é captar a temperatura de suas presas ou predadores (DIAS e ANDRADE, 2015).

Os répteis possuem apenas um côndilo occipital que se articula com o atlas, permitindo assim um aumento da mobilidade da cabeça na coluna. Porém, esta característica torna essa região frágil quando em contenções físicas (SILVA, 20-).

O sistema nervoso dos répteis, é de estrutura relativamente simples, porém permite uma grande diversidade funcional, de acordo com comportamentos específicos de cada espécie, e adaptação a diversos nichos ecológicos (WYNEKEN, 2007). Como em outros vertebrados, o sistema nervoso central (SNC) inclui o cérebro e medula espinal. O sistema nervoso periférico (SNP) inclui todas estruturas e tecidos nervosos fora do SNC. Como em outros vertebrados, axônios que viajam juntos no SNC são tratos nervosos, e axônios no SNP são nervos. Os nervos que entram ou saem do cérebro são nervos cranianos; já os que chegam ou saem da medula espinal são nervos espinais. Os nervos que transportam informações para o SNC são nervos sensoriais (aférentes). Sinais transportados para fora do SNC são nervos motores (eferentes). No SNP, os nervos são classificados como motor somático (músculo esquelético, etc.), sensorial somático (do músculo esquelético, tegumento e estruturas relacionadas), motor visceral (vísceras, músculo liso, músculo cardíaco e glândulas) ou viscerais sensorial (destas mesmas estruturas) (WYNEKEN, 2007).

Os répteis, diferentemente dos mamíferos, possuem duas membranas, que

envolvem e protegem o SNC, são elas a dura máter e a leptomeninge. A dura máter é a camada mais externa, mais resistente e altamente vascularizada; já a leptomeninge é mais delicada, vascularizada e em contato com a superfície do cérebro. O líquido cefalorraquidiano (LCR) é encontrado entre a dura máter e a leptomeninge, no espaço subdural. O espaço epidural é altamente vascularizado e não contém LCR. As serpentes possuem algumas particularidades no sistema nervoso, em relação aos demais répteis, como um espaço endocraniano pequeno, glândula pineal pouco desenvolvida, nervo acessório espinal reduzido ou ausente, nervo vomeronasal (ramo do nervo olfatório), cordão espinal desenvolvido no tronco, maior número de nervos espinhais, plexos braquial e sacral reduzidos ou ausentes (WYNEKEN, 2007).

A neuroanatomia visual da cobra difere na organização estrutural, em relação aos outros répteis, talvez pela importância de seus outros sistemas sensoriais (fosseta loreal e labiais e órgão vomeronasal) ou devido a história filogenética (WYNEKEN, 2007).

As serpentes não têm diafragma, assim, o coração e os pulmões não estão separados dos demais órgãos internos, sendo a cavidade abdominal denominada de celoma, ou cavidade celomática (ANDRADE et al., 2012; GREGO et al., 2014).

Os órgãos internos são alongados e encontram-se arranjados sequencialmente, com alguns sobrepostos ao longo do celoma. A sequência de órgãos é semelhante em todas as espécies, com exceção do pulmão (ANDRADE et al., 2012).

Os ossos da boca estão unidos lateralmente e nas sínfises apenas por ligamentos, lhes permitindo grande distensão e abertura da cavidade bucal (WERTHER, 2008). A glote é facilmente visualizada, e localiza-se dorsalmente a bainha da língua (GREGO et al., 2014). A língua bífida é utilizada para olfação. No ato de dardejar (exposição da língua), são captadas partículas no ar, e ao recolhimento da língua, os estímulos olfatórios são processados pelo órgão vomeronasal, também chamado de órgão de Jacobson (BAUER e BAUER, 2014). Este órgão situa-se na porção anterior do palato, revestido por células quimiorreceptoras que levam a informação adquirida no ambiente ao cérebro, através do nervo vomeronasal (SILVA, 20-; GREGO et al., 2014).

De acordo com GREGO et al. (2014) as serpentes possuem 4 tipos de dentição (FIGURA 4):

- Áglifa – os dentes são aproximadamente do mesmo tamanho, não são moveis e não são especializados para inoculação de peçonha.
- Opistóglifa - dentes do maxilar de tamanho aproximado e com dentes maiores na parte posterior, especializados para inoculação de peçonha.
- Proteróglifa – possui par de dentes pequenos e sulcados, especializados para inoculação de peçonha, na porção anterior do maxilar.
- Solenóglifa – par de dentes móveis, grandes e ocos, especializados na inoculação de peçonha, na porção anterior do maxilar.

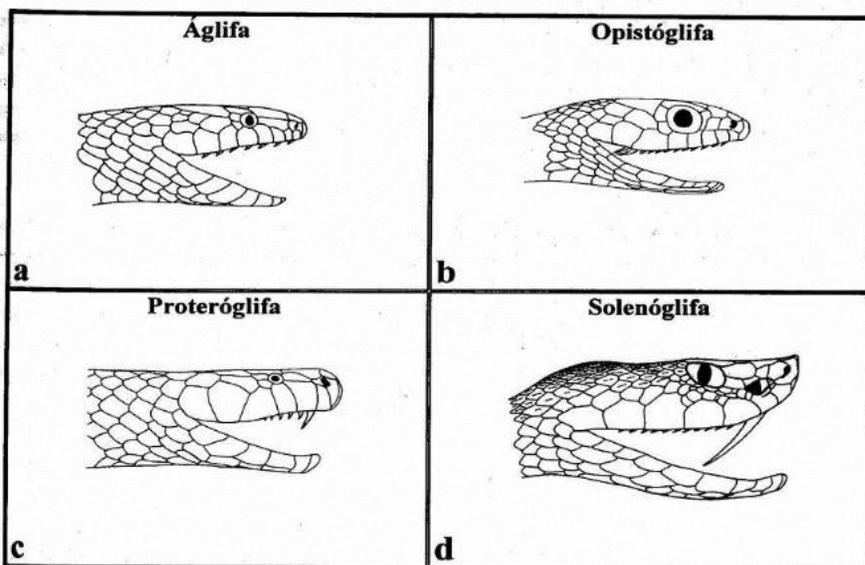


FIGURA 4 - Tipos de dentição em serpentes brasileiras. a) áglifa; b); c) proteróglifa; d) solenóglifa (e fosseta loreal).

Fonte: Adaptado de Serpentes de interesse médico da Amazônia de SANTOS et al., 1995.

Sob controle da glândula pituitária, a tireoide estimula e mantém o metabolismo corporal, quando em temperaturas adequadas para espécie. Além disso, a tireoide atua no crescimento e na troca de pele (SILVA, 20-).

O esôfago é elástico e possui pregas longitudinais, tornando-o extremamente flexível. Inicia-se na região posterior da cavidade bucal, seguindo ao lado esquerdo da traqueia, passando lateral ao coração, percorrendo todo lado esquerdo do fígado (SOUZA et al., 2004).

A traqueia é formada por anéis cartilagosos incompletos, e em algumas espécies o pulmão estende-se cranialmente e dorsalmente à traqueia, formando a traqueia-pulmonar. O pulmão direito é desenvolvido, enquanto o esquerdo pode estar reduzido, vestigial ou ausente em algumas espécies (GREGO et al., 2014; SEBBEN et al., 2015).

Os pulmões apresentam uma rede de trabéculas formadas por musculo liso e tecido elástico, envolvidas por uma bainha de tecido conjuntivo denso e/ou tecido elástico. De acordo com PERRY (1998) citado por SEBBEN et al. (2015), os pulmões dos répteis podem ser classificados de acordo com suas características morfológicas, tais como: quantidade de câmaras, estrutura e distribuição do parênquima (FIGURA 5).

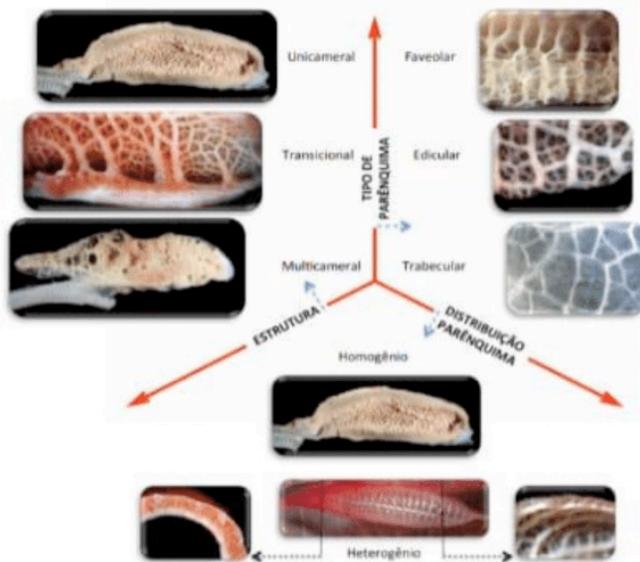


FIGURA 5 – Classificação pulmonar dos anfíbios e répteis proposta por Perry (1998).

Fonte: Atlas fotográfico de anatomia comparativa dos vertebrados de SEBBEN et al. (2015).

O pulmão das serpentes é unicameral e heterogêneo, com a porção cranial faveolar (estrutura complexa e os espaços aéreos terminais são mais profundos que largos) e trabecular na porção caudal (as trabéculas fazem contato com o espaço interno pulmonar, sem subdivisões ou septos), com uma zona de transição e uma porção caudal avascular, que estende-se até próximo a parte cranial do rim direito e parece não ter função respiratória (NAVEGA-GONÇALVES e SILVA, 2013; GREGO et al., 2014; SEBBEN et al., 2015).

O coração das serpentes pode ser visualizado através da pele em serpentes menores que 2m, colocando o animal em decúbito dorsal e localizando visualmente o coração pulsante (ictus) (KIK e MITCHELL, 2005). O órgão é tricavitário, apresentando dois átrios, separados por um septo completo, e um ventrículo subdividido, por septos incompletos, em três subcâmaras: *cavum pulmonale*, *cavum venosum* e *cavum arteriosum*. O ventrículo, embora parcialmente septado, se comporta como dois, separando o sangue rico em oxigênio, vindo dos pulmões, de sangue pobre em oxigênio da circulação do restante do corpo (TEM, 2009; GREGO et al., 2014; SEBBEN et al., 2015). A *cavum pulmonale* é a subcâmara mais ventral, e se conecta ao óstio da artéria pulmonar. A *cavum pulmonale* recebe o sangue que veio do átrio direito e passou pela *cavum venosum*. A *cavum venosum* e *cavum arteriosum* situam-se cranialmente à *cavum pulmonale* e recebem o sangue vindo dos átrios direito e esquerdo, respectivamente. Uma ponte muscular separa as subcâmaras *cavum venosum* e *cavum arteriosum*, que são conectadas por um canal interventricular, da *cavum pulmonale*. Assim, na *cavum venosum* passa sangue pobre em oxigênio durante a

diástole e sangue oxigenado, vindo dos pulmões, durante a sístole (FIGURA 6 e 7) (GREGO et al.,2014; SEBBEN et al., 2015).

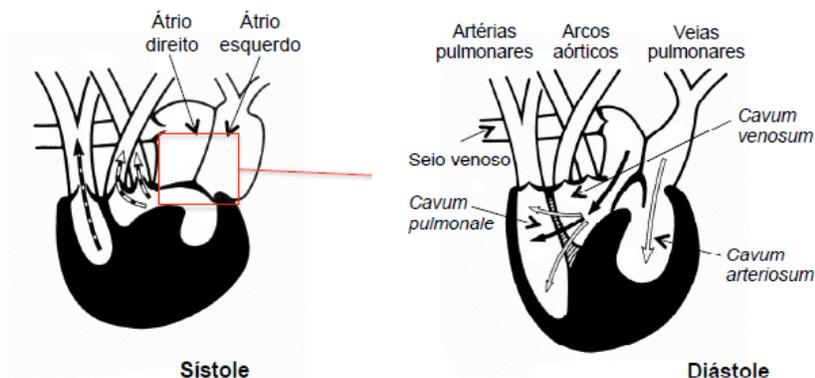


FIGURA 6 – Circulação cardíaca em serpentes.

Fonte: Adaptado de Atlas fotográfico de anatomia comparativa dos vertebrados de SEBBEN et al. (2015).

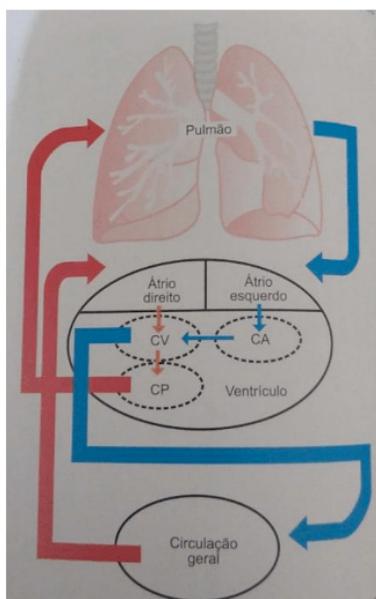


FIGURA 8 – Circulação em serpentes.

Fonte: Tratado de Animais Selvagens de CUBAS et al. (2014).

A frequência cardíaca em répteis geralmente é mais baixa em relação aos mamíferos e aves. Inúmeros fatores contribuem para variação da frequência cardíaca (FC), incluindo tamanho corporal, temperatura ambiente, saturação de oxigênio do sangue, ventilação

respiratória, estresse, equilíbrio hemodinâmico e estímulos sensoriais (KIK e MITCHELL, 2005).

O sistema linfático dos répteis, embora não possuam linfonodos, é altamente desenvolvido, formado por uma rede linfática plexiforme e grandes reservatórios dilatados. Na base do pescoço, num seio pré-cardíaco sacular, ocorre a principal conexão do sistema linfático com o sistema venoso. O sistema linfático, juntamente com a medula óssea, baço e timo, atuam na imunorregulação das serpentes (SILVA, 20-).

3.1.1 Hematologia

O sangue é formado pelo plasma e três tipos de células: os eritrócitos, os leucócitos e os trombócitos. Assim como nas aves, são todas células nucleadas (FIGURA 9). Os leucócitos são agrupados em granulócitos (eosinófilos, heterófilos, basófilos) e mononucleados (linfócitos, monócitos, azurófilos) (STACY et al., 2011; VALENÇA, 2012).

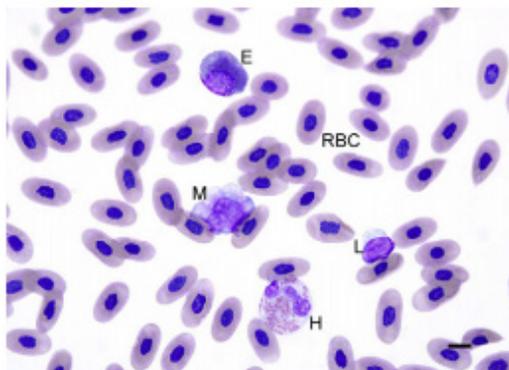


FIGURA 9 – Células sanguíneas dos répteis. **E.** eosinófilo imaturo; **H.** heterófilo bilobado; **L.** linfócito; **M.** monócito; **RBC.** eritrócitos maduros.

Fonte: Adaptado de Diagnostic Hematology of Reptiles de STACY et al. (2011).

O plasma é um fluido incolor ou levemente amarelado, que compreende à 60% - 80% do volume sanguíneo das serpentes, composto por eletrólitos e células sanguíneas (VALENÇA, 2012).

Eritrócitos maduros são ovais, com um núcleo central de margens irregulares, com citoplasma laranja-roseado abundante (com corantes do tipo Romanowsky) e tem cromatina condensada profundamente basofílica. Geralmente, os eritrócitos maduros de répteis são maiores que os eritrócitos de mamíferos e aves (CAMPBELL, 2004; STACY et al., 2011).

Os leucócitos desempenham suas funções nos processos inflamatórios e imunológicos. Os linfócitos de répteis têm morfologia e função semelhantes aos de mamíferos, e são os mais abundantes nos esfregaços de sangue, pois, representam de 15

a 89% da contagem total de leucócitos (STACY et al., 2011; VALENÇA, 2012).

Os monócitos são as células leucocitárias de maior tamanho nas serpentes e possuem a capacidade de fagocitar, participando da resposta inflamatória, atuando na formação de granulomas e das células gigantes (VALENÇA, 2012).

Os azurófilos são observados somente em répteis e são semelhantes morfológicamente, e possivelmente funcionalmente, aos granulócitos e monócitos. Os azurófilos das serpentes têm grânulos mais finos e núcleos redondos, em comparação aos outros répteis (SYKES e KLAPHAKE, 2008; STACY et al., 2011).

A morfologia dos eosinófilos nos répteis é semelhante à dos mamíferos. Os eosinófilos têm um citoplasma azul que contém grânulos eosinofílicos roseados e redondos. Os eosinófilos não são encontrados na maioria das espécies de serpentes (SYKES e KLAPHAKE, 2008; STACY et al., 2011).

Os heterófilos, em geral, são equivalentes aos neutrófilos nos mamíferos, envolvendo o mecanismo de fagocitose e destruição de microorganismos não dependentes de oxigênio. Os heterófilos são células arredondadas, com um núcleo excêntrico, redondo ou oval, com denso aglomerado de cromatina nuclear (CAMPBELL, 2004; SYKES e KLAPHAKE, 2008; STACY et al., 2011).

Os basófilos (FIGURA 10), em geral, são células pequenas e redondas (7-12mm), com grânulos roxos escuros (metacromáticos) e, quando visível, o núcleo não é lobulado. A porcentagem de basófilos aumenta em casos de infecções virais ou por hemoparasitas, porém a função dos basófilos ainda não é bem conhecida (CAMPBELL, 2004; STACY et al., 2011; VALENÇA, 2012).

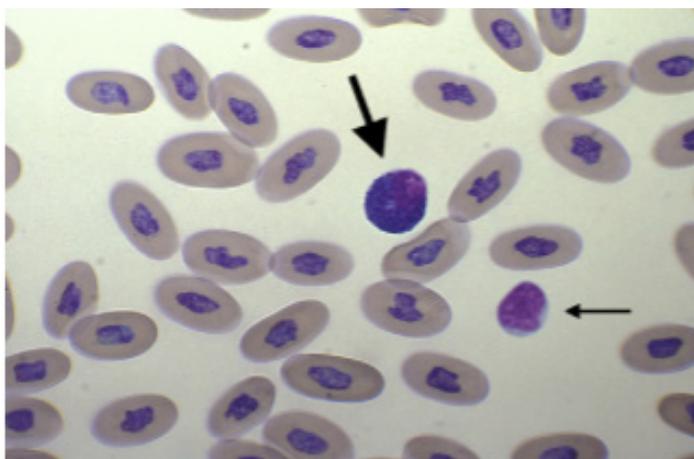


FIGURA 10 – Basófilo (seta maior) e linfócito pequeno (seta menor).

Fonte: Reptile Hematology de SYKES e KLAPHAKE (2008).

Diferentemente dos mamíferos, os trombócitos das serpentes são nucleados e são produzidos a partir de uma linha celular que se origina do tromboplasto. Os trombócitos são semelhantes a pequenos linfócitos. São células pequenas, de formato elipsoide a oval, de núcleo centralizado com cromatina escura e densa, citoplasma geralmente incolor, podendo ocasionalmente apresentar cor azul fraca e alguns grânulos azurofilicos (STACY et al., 2011; VALENÇA, 2012). Os trombócitos tem função na formação do trombo, na coagulação do sangue e na cicatrização de feridas, fagocitando e participando ativamente da defesa do organismo (VALENÇA, 2012).

3.1.2 Terço Médio

O esôfago é comprido, elástico e de comprimento variado nas diferentes espécies, e tem a função de levar o alimento até o estômago (SOUZA et al., 2004; GREGO et al., 2014), assim como nos mamíferos. O estômago localiza-se entre o esôfago e o intestino delgado. Tem como funções armazenar, dissolver e digerir parcialmente as macromoléculas dos alimentos e regular a velocidade de esvaziamento gástrico. O estômago é espesso e de mucosa pregueada, que possibilita uma grande distensão ao órgão (SOUZA et al., 2004; OLIVEIRA e PEDROSA, 2016). Nas serpentes, um único tipo celular é responsável pela secreção do pepsinogênio e do HCl, que são as células *oxintopépticas*. As ações digestivas do estômago reduzem as partículas alimentares a uma solução conhecida como quimo (SARTORI, 2009; OLIVEIRA e PEDROSA, 2016).

A taxa de digestão é variável de acordo com as condições de saúde da serpente, temperatura, hidratação, estresse, tipo e tamanho da presa. No processo de digestão e absorção nota-se uma ênfase maior na digestão e absorção de proteínas em relação aos carboidratos, devido à composição da dieta das serpentes ser rica em proteínas e pobre em carboidratos (GREGO et al., 2014; OLIVEIRA e PEDROSA, 2016).

O fígado é alongado, no sentido crânio-caudal e achatado no diâmetro dorsoventral e, geralmente, é o maior órgão da cavidade celomática. É composto de dois lobos, com exceção de algumas espécies que possuem um lobo apenas, de coloração castanho escuro à negra, e rodeado por uma cápsula de tecido conjuntivo, também chamada de cápsula de Glisson. Juntamente com o pâncreas, o fígado secreta enzimas digestivas. Caudal ao fígado, próximo ao baço e pâncreas, encontra-se a vesícula biliar. Considerando-se que durante o processo evolutivo os répteis perderam a enzima biliverdina redutase, a qual sintetiza a bilirrubina, o principal pigmento biliar é a biliverdina (ANDRADE et al., 2012; PINTO, 2017).

Algumas espécies possuem o pâncreas unido ao baço (FIGURA 11), sendo esta estrutura chamada de esplenopâncreas (ANDRADE et al., 2012; GREGO et al., 2014). Os ductos pancreáticos, na maioria dos répteis, desembocam no duodeno (PINTO, 2017).

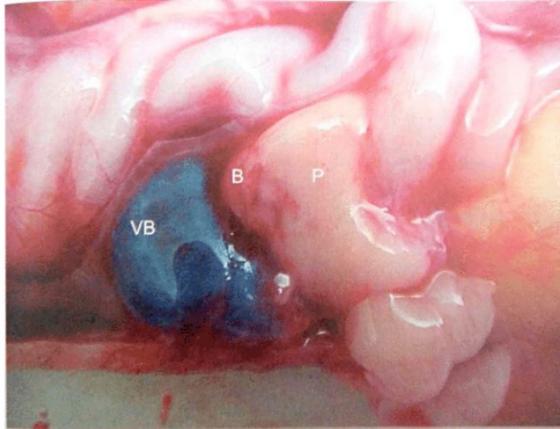


FIGURA 11 – Vesícula biliar (VB) e esplenopâncreas (B e P).
Fonte: Tratado de Animais Selvagens de CUBAS et al. (2014).

3.1.3 Terço Caudal

A digestão continua no intestino, mas a função principal deste órgão é absorção do alimento e seus nutrientes. Em comparação ao intestino de aves e mamíferos, o de répteis é relativamente curto e com poucas flexões (GREGO et al., 2014). O epitélio da mucosa intestinal é formado por uma camada única de enterócitos. Estes aumentam em até 40% a largura após a alimentação, tendo como resultado o alongamento das vilosidades e espessamento da mucosa. O aumento, em largura, de enterócitos que ocupam as pontas e as bordas das vilosidades no intestino delgado, se deve à absorção e acúmulo dos lipídeos da refeição (OLIVEIRA e PEDROSA, 2016). O intestino grosso tem sua região final na cloaca, que é dividida em três sítios: *coprodeum* (região mais anterior), *urodeum* (região central) e *proctodeum* (região mais posterior, na qual as excretas permanecem até a eliminação) (GREGO et al., 2014; PINTO, 2017).

Os rins das serpentes possuem formato linear e são lobulados, sendo o rim direito mais cranial em relação ao esquerdo. Os ureteres, que nas serpentes estendem-se ao longo de todo o rim, esvaziam-se diretamente no *urodeum*, pois as serpentes não possuem vesícula urinária (ROSA, 2008; MATAYOSHI et al., 2012; GREGO et al., 2014).

Os rins são metanéfricos, ou seja, não possuem alça de Henle nem pelve renal, e portanto a concentração da urina não é possível. Assim, os resíduos filtrados nos rins são excretados como ácido úrico, que é insolúvel em água, permitindo que o animal, por meio da retenção de água, conserve sua hidratação. O ácido úrico é excretado numa forma pastosa e amarelada, após a reabsorção de proteína e água no reto (ANDRADE et al., 2012; BAUER e BAUER, 2014; GREGO et al., 2014).

A serpentes possuem um sistema porta-renal, assim como os demais répteis e as aves. Este sistema promove a drenagem do sangue venoso do terço posterior do corpo para

os rins, antes de atingir a circulação sistêmica. Este sistema tem a função de assegurar uma perfusão adequada dos túbulos renais quando o fluxo sanguíneo através dos glomérulos é diminuído, assim, prevenindo uma necrose isquêmica dos túbulos. Devido a este sistema, é recomendado a administração de medicamentos apenas no terço anterior do corpo, evitando que determinados fármacos lesionem o parênquima renal ou sejam excretados sem promover o efeito desejado (BAUER e BAUER, 2014; GREGO et al., 2014).

Diferentemente dos mamíferos, as glândulas adrenais não localizam-se sobre os rins. As adrenais localizam-se ao lado das gônadas, tanto nos machos quanto nas fêmeas (GREGO et al., 2014).

Os órgãos reprodutivos das serpentes localizam-se ao final do terço médio e início do terço posterior, assimetricamente, em ambos os sexos, sendo o lado direito mais cranial em relação ao esquerdo (LIMA et al., 2019; PIZZATTO et al., 2006). As fêmeas apresentam duas vaginas ligadas à dois ovidutos longos e dois ovários (FIGURA 12). Os ovidutos localizam-se paralelos aos ovários e são divididos em infundíbulo, útero (anterior e posterior) e vagina (MATAYOSHI, 2011; GREGO et al., 2014). Os ovidutos das serpentes apresentam múltiplas funções na fertilização, como: estocar esperma, deposição da casca dos ovos, transporte de ovos, manutenção do embrião e expulsão dos ovos, ou fetos em casos de espécies vivíparas. Os ovidutos também apresentam variações morfológicas durante o período reprodutivo, apresentando-se maiores no período de estro (JANEIRO-CINQUINI, 2004).

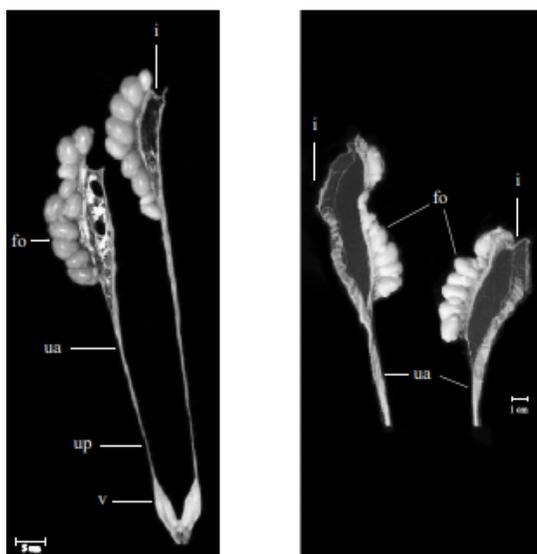


FIGURA 12 - Aparelho reprodutor feminino de serpente, evidenciando os ovários com folículos ovarianos (fo), infundíbulo (i), útero anterior (ua), útero posterior (up), que compõem os ovidutos e a vagina (v). A figura da direita evidencia a região do infundíbulo.

Fonte: Biologia reprodutiva de serpentes brasileiras de PIZZATTO et al. (2006).

As gônadas masculinas, são denominadas hemipênis (FIGURA 13) e, ficam invaginados em bolsas na base da cauda. Os testículos situam-se entre a tríade pancreática (vesícula biliar + esplenopâncreas) e os rins (MATAYOSHI, 2011; LIMA et al., 2019).



FIGURA 13 – Hemipênis de cascavel evertido (*Caudisoma durissa*).

Fonte: Tratado de Animais Selvagens de CUBAS et al. (2014).

Os testículos, assim como os ovidutos nas fêmeas, aumentam de tamanho em estação reprodutiva (GREGO et al., 2014). As artérias espermáticas são responsáveis pela irrigação dos testículos. Os ductos deferentes se originam nos testículos e percorrem caudalmente os rins, alcançando os hemipênis (LIMA et al., 2019). Apesar da ausência de órgãos sexuais acessórios, há uma região nos rins denominada segmento sexual, que excreta mucopolissacarídeos, glicogênio, lipídeos, mucoproteínas e fosfatase ácida. Estas substâncias são determinantes na ativação e sobrevivência dos espermatozoides durante a cópula. A porção mais distal dos ductos deferentes, chamada de ampola, é responsável pelo armazenamento dos espermatozoides (MATAYOSHI, 2011).

4 | CONCLUSÃO

As serpentes não peçonhentas, de um modo geral, possuem uma anatomia semelhante, com os órgãos internos adaptados à forma do corpo, sendo a maioria deles alongados, e com algumas particularidades funcionais que variam de acordo com a espécie e seu bioma, alimentação e comportamento. O conhecimento da biologia, anatomia, fisiologia e medicina de serpentes é necessário visto que a procura por esses animais, seja para animal de companhia, produção de medicamentos e estudos científicos é crescente.

REFERÊNCIAS

1. ABINPET, 2019. **Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação**. Disponível em: <http://abinpet.org.br/>. Acesso em: 28 de Abril de 2021.

2. ANDRADE, R. S.; MONTEIRO, F. O. B.; RIBEIRO, A. S. S; RUFFEIL, L. A. A. S; CASTRO, P. H. G. **Anatomia ultrassonográfica de fígado, baço e trato urogenital em jiboias.** Rev. Cienc. Agrar. v. 55, n. 1, p. 66-73, 2012.
3. BARBOSA, V. N. **Serpentes de um fragmento urbano de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil: estratégias para conservação.** 2018. 84p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Coordenação de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.
4. BAUER, A.; BAUER, G. Squamata – Sauria (Iguana e Lagartos). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária.** 2.ed. São Paulo: Editora GEN/Roca, 2014. p. 170 – 185.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008. 1420p.
6. CAMPBELL, T.W. **Hematology of lower vertebrates.** In: 55th Annual meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP) and 39th Annual meeting of the American Society of Clinical Pathology (ASVCP), 2004, Middleton WI, USA. International Veterinary Information Service. Ithaca NY, 2004. p. 1-5. Disponível em: <https://wildlifehematology.uga.edu/FurtherReading/Campbell%202004.pdf>. Acesso em: 06 de Novembro de 2019.
7. COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. **Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies.** Herpetologia Brasileira. v.8, n.1, p.11- 57, 2018.
8. DIAS, J. R; ANDRADE, H. **Serpentes, um réptil amado, odiado e importante.** Revista Curia: múltiplos saberes. v. 1, n. 1, 2015. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/CURIA/article/view/3622>. Acesso em: 24 de Outubro de 2019.
9. GREGO, K. F.; ALBUQUERQUE, L. R.; KOLESNIKOVAS, C. K. M. Squamata (Serpentes). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens: Medicina Veterinária.** 2.ed. São Paulo: Editora GEN/Roca, 2014. p. 186 – 217.
10. JANEIRO-CINQUINI, T. R. F. **Variação anual do sistema reprodutor de fêmeas de Bothrops jararaca (Serpentes, Viperidae).** Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre. v. 94, n.3, p.325-328, 2004.
11. KERKAMP, H., BAGOWSKI, C., KOOL, J., VAN SOOLINGEN, B., VONK, F., VLECKEN, D., **Whole snake venoms: Cytotoxic, anti-metastatic and antiangiogenic properties.** Toxicon. v. 150, p.39-49, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2018.05.004>. Acesso em: 06 de Novembro de 2019.
12. KIK, M. J. L.; MITCHELL, M. A. **Reptile cardiology: A review of anatomy and physiology, diagnostic approaches, and clinical disease.** Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine. v. 14, n.1, p 52–60, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1053/j.sae.2005.12.009>. Acesso em: 02 de Novembro de 2019.
13. LAVOR, L. M. S. **Protocolo para avaliação do bem estar de répteis em cativeiro.** 2016. 46p. Dissertação (Mestrado em Clínicas Veterinárias) – Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

14. LIMA, T. O.; SALDANHA, A.; MYLLER, G.; ELEUTERIO, N. F.; ALMEIDA, E. C. **Manejo reprodutivo de jiboias e outros bóideos criados em cativeiro**. Rev. Bras. Reprod. Anim., Belo Horizonte, v.43, n.2, p.276-283, 2019.
15. MATAYOSHI, P. M. **Caracterização ultrassonográfica, morfosiológica do sistema reprodutor de machos e fêmeas de *Crotalus durissus terrificus***. 2011. 108p. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, 2011.
16. MATAYOSHI, P. M.; SOUZA, P. M.; JÚNIOR, R. S. F.; PRESTES, N. C.; SANTOS, R. V. **Avaliação ultrassonográfica da cavidade celomática de serpentes**. Veterinária e Zootecnia. v. 19, n.4, p.448 – 459, 2012.
17. MELGAREJO-GIMÉNEZ, A. R. **Criação e manejo de serpentes**. In: ANDRADE, A.; PINTO, SC.; OLIVEIRA, RS. (Orgs). Animais de Laboratório: criação e experimentação. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. p. 175-199. ISBN: 85-7541-015-6.
18. NAVEGA- GONÇALVES, M. E. C.; SILVA, J. R. M. C. **Sistema respiratório de *Amphisbaena vermicularis* e *Amphisbaena microcephala* (Squamata, Amphisbaenia, Amphisbaenidae)**. Iheringia, Série Zoologia. v. 103, n.1, p. 20-30, 2013.
19. OLIVEIRA, P. R. C.; PEDROSA, M. M. D. **Fisiologia de extremos: digestão em répteis de alimentação esporádica**. Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR. Umuarama, v. 19, n. 3, p. 195-202, jul./set. 2016.
20. PASSOS, R. R. F. C. F. **Contenção física de serpentes: técnicas e precauções**. 2009. 32p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, 2009.
21. PINTO, A. M. **Descrição Morfológica do Sistema Digestório do *Tropidurus hispidus* (Spix, 1825)**. 2017. 52p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2017.
22. PIZZATTO, L.; SANTOS, S. M. A.; MARQUES, O. A. V. **Biologia reprodutiva das serpentes Brasileiras**. In: NASCIMENTO, L. B.; OLIVEIRA, M. E. Herpetologia no Brasil Vol II. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Herpetologia. 2006. p. 202-221.
23. **Reptile DataBase**, 2020. Disponível em: <http://www.reptile-database.org/db-info/SpeciesStat.html>. Acesso em: 30 de Abril de 2021.
24. ROSA, M. A. **Aspectos anatômicos da cloaca de testudines**. 2008. 32p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, 2008.
25. SANTOS, M. C.; MARTINS, M.; BOECHAT, A. L.; NETO, R. P. S.; OLIVEIRA, M. E. **Serpentes de interesse médico da Amazônia: biologia, venenos e tratamento de acidentes**. Manaus: Universidade do Amazonas, 1995. 75p.
26. SANTOS, L. P. R. **RELATÓRIO DO ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO NO ZOOLOGICO DE MINNESOTA, EUA**. 2010. 76p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências e Saúde, Universidade Tuiti do Paraná, Curitiba, 2010.

27. SANTOS, G. O.; GALLI, G. R. O. **Afecções mais frequentes que acometem serpentes cativas**. Rev. Conexão Eletrônica, Três Lagoas, v.14, n.1, p. 1912-1923, 2017. Disponível em: <http://revistaconexao.aems.edu.br/wp-content/plugins/download-attachments/includes/download.php?id=1561>. Acesso em: 13 de Outubro de 2019.
28. SARTORI, S. S. R. **Morfologia do tubo digestivo da lagartixa Hemidactylus mabouia (Moreau de Jonnès, 1818) (Squamata: Gekkonidae)**. 2009. 109p. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Estrutural) – Universidade de Viçosa, Viçosa, 2009.
29. SEBEN, A.; CAMPOS, L. A.; SCHWARTZ, C. A.; SILVA, H. R.; NASCIMENTO, L. B.; SILVA, L. H. R. **Anatomia comparativa de vertebrados Atlas fotográfico**. v.1. Sistemas cardiovascular e respiratório. Brasília: UnB, 2015. 162p.
30. SILVA, L. C. S. Anatomia dos Répteis. **Centro Científico Conhecer**. p. 1-130. 20-.
31. SILVA, T. B. A.; BONORINO, R. **Doença do corpúsculo de inclusão em Boa constrictor constrictor**. In: 15º Simpósio de TCC e 8º Seminário de IC do Centro Universitário ICESP. Anais do Simpósio ICESP. Brasília: CENTRO UNIVERSITÁRIO ICESP, 2019. p. 1710-1717. Disponível em: http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/edicao_atual. Acesso em: 08 de Novembro de 2019.
32. SOUZA, A. O.; SOUZA, J.; PUORTO, G.; COGO, J. C. **Estudo anatomico interno do sistema digestório da serpente da espécie Oxyrhopus guibei (Falsa coral)**. In: VIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2004, São José dos Campos. Anais do INIC 2004 - VIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba –UNIVAP, 2004. p. 130-133. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/. Acesso em: 24 de Outubro de 2019.
33. STACY, N. I.; ALLEMAN, A. R.; SAYLER, K. A. **Diagnostic hematology of reptiles**. Clin Lab Med. v. 31, p.87–108, 2011.
34. SYKES, J. M.; KLAPHAKE, E. **Reptile Hematology**. Vet Clin Anim. v.11, p.481-500, 2008.
35. TEM, A. M. M. T. **Radiologia e Ecografia em Aves e Répteis**. 2009. 37p. Relatório Final de Estágio (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto, Porto, 2009.
36. VALENÇA, N. S. M. S. **CARACTERIZAÇÃO HEMATOLÓGICA E BIOQUÍMICA SANGUÍNEA DE Crotalus durissus cascavella (SERPENTES, CROTALINAE) ACOMETIDAS POR ACROMIA CUTÂNEA EM CATIVEIRO**. 2012. 109p. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.
37. WERTHER, K. **Semiologia de Animais Silvestres**. In: FEITOSA, F. L. F. Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico. 2.ed. São Paulo: Roca, 2008. p. 723-792.
38. WYNEKEN, J. **Reptilian Neurology: Anatomy and Fuction. Veterinary Clinics of North America Exotic Animal Practice**. v. 10, n.3, p.837–853, 2007.

CAPÍTULO 11

ANÁLISIS DE SALUD AMBIENTAL POR LA CONTAMINACIÓN CON PUTRESCINA Y CADAVERINA EN EL HUMEDAL DE TORCA – GUAYMARAL, BOGOTÁ, COLOMBIA

Data de aceite: 01/07/2021

María Polanía-Prieto

Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Ambiental. Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente ASA. Universidad El Bosque. Bogotá DC. Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-7024-310X>

Diana Hernández-Gómez

Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Ambiental. Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente ASA. Universidad El Bosque. Bogotá DC. Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-8142-837X>

Natalia Gómez-Sotelo

Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Ambiental. Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente ASA. Universidad El Bosque. Bogotá DC. Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-9465-3691>

Manuela Cuenca-Rodríguez

Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Ambiental. Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente ASA. Universidad El Bosque. Bogotá DC. Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-3122-5283>

María Villabona-Salamanca

Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Ambiental. Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente ASA. Universidad El Bosque. Bogotá DC. Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-9720-375X>

Camilo José González-Martínez

Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental. Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente ASA. Universidad El Bosque. Bogotá DC. Colombia
<https://orcid.org/0000-0001-7051-147X>
<https://scholar.google.es/citations?user=ZSDiexkAAAAJ&hl=en>
https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000044827

RESUMEN: Los cementerios son lugares establecidos para la disposición de cadáveres, éstos se descomponen y generan un gran porcentaje de sustancias complejas, como es el caso de la putrescina y cadaverina. El origen de estas sustancias se debe a los procesos de putrefacción de cadáveres, los cuales al descomponerse liberan diferentes gases y sustancias tales como el *necrocorume*, compuesto clave en la determinación de aminas biogénicas (ABs). La filtración de estas sustancias en el suelo y en las fuentes hídricas ocasiona factores que afectan la calidad del agua que conllevan así a diversas repercusiones en materias de calidad ambiental y salud poblacional. El presente capítulo pretende presentar una relación del impacto en la salud humana generado por ABs presentes en cuerpos de agua aledaños a los cementerios, ubicado en el área de influencia del canal Torca que drena al humedal Torca al norte de Bogotá, Colombia. El humedal recibe vertimientos de aguas residuales de cementerios, de industrias del sector y descargas de residuos

sólidos de todo tipo. Parte de los resultados presentan que la ingesta de estas sustancias, por consumo de agua y alimentos contaminados puede inducir a reacciones adversas como alteraciones gastrointestinales, alteraciones hemodinámicas, alteraciones cutáneas y en algunos casos cáncer. La putrescina y la cadaverina alteran la calidad del agua y del suelo en el Humedal de Torca generando afectación en la biodiversidad, lo que se enmarca en un problema de salud ambiental y un potencial problema de salud pública para Bogotá y sus alrededores.

PALABRAS CLAVE: Aminas biogénicas (ABs), *Enterococcus faecalis*, Humedales, *Salmonella sp.*, Salud pública.

ENVIRONMENTAL HEALTH ANALYSIS FOR PUTRESCINE AND CADAVERINE POLLUTION IN TORCA – GUAYMARAL WETLAND, BOGOTÁ - COLOMBIA

ABSTRACT: Cemeteries are places established for disposal human corpses, they decompose and generate a large percentage of complex substances, such as putrescine and cadaverine. The origin of these substances is due to the corpses rotting processes, which decomposed release different gases and substances such as *necrocorume*, a key compound in the biogenic amines (ABs) determination. The substances filtration into the soil and water causes the loss of water quality, these leading repercussions in environmental quality and population health. This chapter aims to present a relationship between impacts on human health generated by cemeteries wastewater ABs. The location is the area of influence of the Torca channel that drains the Torca wetland, Bogotá, Colombia. The Torca wetland receives wastewater from cemeteries, industries in the sector and solid waste discharges. Part of the results shows that these substances intake, due to consumption of water and food contaminated can induce adverse reactions such as gastrointestinal disorders, hemodynamic disorders, skin disorders and in some cases cancer. Putrescine and cadaverine affect the quality of water and soil in the Torca Wetland, these substances affect biodiversity and fresh water, so the situation is a possible environmental health problem and a potential public health problem for Bogotá and surrounding municipalities.

KEYWORDS: Biogenic amines (ABs); *Enterococcus faecalis*; Public health; *Salmonella sp.*; Wetlands.

1 | INTRODUCCIÓN

Los cementerios son lugares establecidos para la disposición de los cadáveres, éstos además de albergar dichos cuerpos, hacen parte de un gran ecosistema de árboles y posibles depósitos de agua, lo cual los convierte en una potencial amenaza para el medio ambiente (Cabrera & García, 2006). Dicha descomposición genera lixiviados que pueden infiltrarse en el suelo y contaminar el agua subterránea; este residuo contiene nitratos que por acción de la descarboxilasa genera aminas biogénicas como es el caso de la cadaverina y la putrescina (cadaverina $C_5H_{14}N_2$ y putrescina $NH_2(CH_2)_4NH_2$).

Con respecto a la primera se puede decir que se obtiene por la descarboxilación del aminoácido lisina. Se encuentra principalmente en la materia orgánica muerta y es

responsable en parte del fuerte olor a putrefacción (Barrio, 2019). Por otro lado, la putrescina se sintetiza por dos rutas alternativas; a partir de ornitina mediante descarboxilación o a partir de arginina, en dos reacciones sucesivas de descarboxilación y desaminación (Díaz, 2014).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente el presente capítulo se enfoca en los cuerpos de agua del Humedal de Torca - Guaymaral en Bogotá Colombia, ver Figura 1, con el fin de relacionar el comportamiento de aminas biogénicas -ABs en el medio ambiente, su influencia con el recurso hídrico, así mismo cómo éstas generan impactos en la salud ambiental y la salud humana, también formando parte de un posible problema de salud pública.

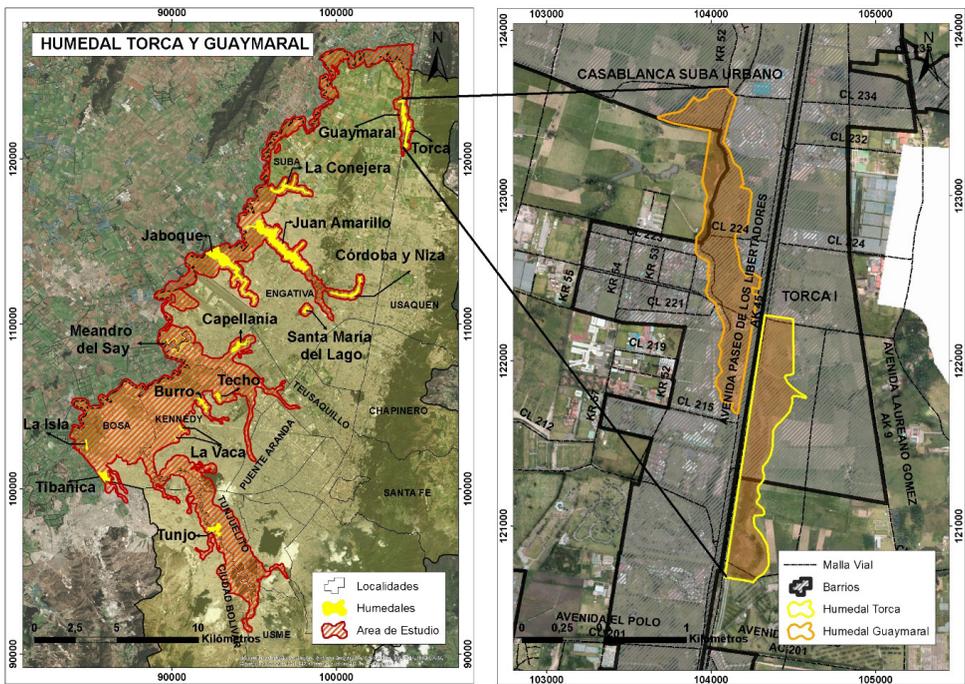


Figura 1. Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH) Torca-Guaymaral. (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2021).

En Bogotá se han encontrado diversos estudios acerca de la influencia de estos contaminantes, por ejemplo en el año 2012, Velasco encontró en el suelo cantidades representativas de amonio (NH_4) y nitratos. Estas se asocian a la generación de ABs debido a que los nitratos son el producto final de la oxidación de la materia orgánica nitrogenada en putrefacción. De igual manera se ha encontrado que la presencia factible de *Salmonella sp.* y *Shigella sp.* en muestras de agua son un indicador directo de la presencia de ABs (putrescina y cadaverina).

En ese sentido, la presencia de cadaverina y putrescina por descomposición de los cadáveres podrían conllevar a la proliferación de microorganismos patógenos y a la variación de parámetros físicos y químicos, como nitratos y nitritos, que afectan la calidad del agua.

En términos de salud ambiental, la afectación de la calidad ambiental y la pérdida de biodiversidad conllevan a implicaciones en la salud humana, por lo cual salud se ha definido como:

Un continuo que va más allá de lo humano, pues este también responde y se retroalimenta de la salud de las plantas, los animales, los ecosistemas (homeostasis), el planeta y las relaciones entre estos; además, es una compleja red expresada en los seres humanos (González-Martínez, 2019, p. 7).

La relación se desarrolla a nivel ecológico desde el movimiento biogeoquímico hacia las escalas superiores de la cadena alimenticia (Serrano-Espitia et al., 2021), así mismo estas dinámicas y sus implicaciones en la química ambiental y en los seres vivos son irreversibles y lamentablemente irreparables (González-Martínez et al., 2020).

La filtración de estas sustancias en el suelo y en las fuentes hídricas ocasiona factores que afectan la calidad del agua que conllevan así a diversas repercusiones en materias de calidad ambiental y salud poblacional.

Por tal razón este capítulo pretende presentar una relación del posible impacto en la salud humana generado por ABs presentes en cuerpos de agua aledaños a los cementerios de influencia del canal Torca que drena al humedal Torca – Guaymaral al norte de Bogotá en Colombia.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de documentos y artículos científicos asociados a la putrescina y cadaverina, se utilizaron las siguientes bases de datos, repositorios y buscadores: ProQuest, PubMed, Scielo, Science Direct, Scopus, Pub Med, Medes y el buscador Google académico.

Se aplicó la estrategia de búsqueda a través de palabras clave o tesauros como putrescina, cadaverina, aminos biogénicos, ecosistemas húmedales, bioquímica, calidad ambiental, calidad de agua, Humedal Torca, contaminación del agua, contaminación del suelo, bioquímica en la descomposición cadavérica, biomarcadores, intoxicación, toxicología, Bogotá. De igual manera, se tuvo en cuenta el uso de operadores booleanos como Y/AND y O/OR para filtrar los documentos.

Finalmente se analizó la literatura filtrada y se tomó la información junto con los datos más representativos con el propósito de determinar la presencia y comportamiento de las ABs, putrescina y cadaverina tanto en el ambiente como en el organismo, ver Figura 2.



Figura 2. Proceso de revisión bibliográfica. Elaboración propia.

3 | RESULTADOS

3.1 Tipo de residuo asociado a síntomas y a problemas de salud

La cadaverina se encuentra principalmente en la materia orgánica muerta, y es responsable en parte del fuerte olor a putrefacción (Barrio, 2019). La putrescina se sintetiza por dos rutas alternativas; a partir de ornitina mediante descarboxilación o a partir de arginina, en dos reacciones sucesivas de descarboxilación y desaminación (Díaz, 2014).

Las diaminas como putrescina (pentanodiamina) y cadaverina (butanodiamina) pueden reaccionar con nitritos dando lugar a la formación de nitrosaminas de conocido efecto cancerígeno (Barrio, 2019). Los efectos fisiológicos de la putrescina y cadaverina son: neurotransmisor, psicoactiva, regula la expresión genética, interviene en la maduración y absorción intestinal, el crecimiento y la diferenciación celular y la formación de nitrosaminas; disminuye la presión arterial y el catabolismo de la histamina y la tiramina, entre otros (Triki, 2013).

3.2 Análisis cuantitativo de generación de residuos

Se han llevado a cabo distintos estudios para identificar sustancias que indiquen la presencia de diaminas (putrescina y cadaverina), entre las cuales se encuentran el amonio y los nitratos. En 2012, Velasco encontró en el suelo cantidades representativas de amonio (NH_4) y nitratos (NO_3) en un porcentaje promedio de 0,000505% y 0,0023% respectivamente. Se asocia la presencia de estas sustancias, con la generación de ABs debido a que los nitratos son el producto final de la oxidación de la materia orgánica nitrogenada en putrefacción que como consecuencia de los lixiviados producidos por los cadáveres enterrados en la zona terminan en el suelo.

A continuación, se presentan los promedios de resultados de la evaluación por contaminación en suelos cercanos al cementerio, Ver Tabla 1.

PUNTO DE MUESTREO	Ph	N. Total (%)	SALINIDAD ce (ds/m)	N- NH_4 (%)	N- NO_3 (%)
1. Jardines Recuerdo	5,370	0,7700	0,30	0,0005050	0,002300
2. Escuela de Ingen.	5,725	0,6100	0,50	0,0001380	0,000428
3. Colegio San Viator	5,800	0,4025	0,22	0,0005650	0,001578
4. Inmaculada	5,300	0,8275	0,33	0,0005025	0,002100

Tabla 1. Promedio de los resultados obtenidos en la evaluación por contaminación en suelos aledaños al Humedal de Torca.

(Velasco, 2012).

El volumen de generación lixiviado depende de la masa del cadáver. En promedio una persona que pesa 70 kilos puede generar hasta 40 litros de este líquido que se compone de: 60% de agua, 30% de sales minerales y 10% de otras sustancias incluyendo la putrescina, la cadaverina y el *necrocorume* (Dueñas & Villas, 2019).

3.3 Vida media de la sustancia en el ambiente y en el organismo

La putrefacción es la descomposición fermentativa de la materia orgánica del cadáver, la cual es propiciada por las bacterias presentes en el interior del propio organismo y en donde se lleva a cabo una desintegración de las moléculas constituyentes por efecto bacteriano las cuales, se transforman en unidades más simples (Serrano, 2018).

Cuando las células se rompen y liberan enzimas en el cuerpo, se crea el ambiente propicio para las bacterias y hongos. Estos producen algunos derivados químicos, entre los que se encuentra la putrescina y la cadaverina, aproximadamente a los 15 días de su descomposición. La cadaverina se produce mediante la descomposición química del aminoácido lisina y la putrescina se produce mediante la descomposición química del aminoácido arginina ambas moléculas mediante un proceso químico denominado descarboxilación –es una reacción química de eliminación del grupo carboxilo en forma de CO_2 -, estas moléculas en conjunto caracterizan una fase de descomposición y de un fétido olor a podrido (Ortigoza, 2019).

Dicha descomposición depende de varios factores, en el caso de las partes blandas del cadáver, éstas van desapareciendo paulatinamente a lo largo de 2 a 5 años permaneciendo la parte esquelética del cuerpo (Serrano, 2018).

En el caso de la cadaverina, ésta tiene como primer signo de descomposición una mancha verde visible que inicia en la fosa iliaca derecha entre las 24 a 48 horas después de la muerte y se extiende en los siguientes días por toda la red vascular adquiriendo una tonalidad verde parduzca. Estas manchas se originan por la descomposición de la hemoglobina por parte de bacterias coliformes y especies del género *Clostridium*, que producen metahemoglobina de color azulado (Ortigoza, 2019).

Posteriormente la participación de las especies *Micrococcus prodigiosus* y la especie *Bacterium violaceum* –caracterizan las manchas de color violeta- en esta fase las bacterias aerobias del tracto respiratorio comienzan a proliferar a partir de exudados pulmonares, sangre pulmonar y líquido pleural. Las bacterias intestinales comienzan a romper los epitelios por acumulación de gas, debido a los procesos fermentativos ocasionando licuefacción del contenido intestinal y consumiendo todo el oxígeno sobrante del sistema digestivo, los desechos metabólicos debidos a la actividad bacteriana empiezan a aparecer en forma de aminas; más específicamente, putrescina y cadaverina (Ortigoza, 2019).

3.4 Movimiento ambiental del residuo - Ciclo biogeoquímico

Como se ha mencionado anteriormente los lixiviados contienen sustancias

peligrosas, como la putrescina y la cadaverina, microorganismos patógenos, metales pesados, isótopos radiactivos y dioxinas que pueden pasar a través del suelo y llegar a las aguas subterráneas. El ciclo biogeoquímico en su esquema fundamental se puede ver en la Figura 3.

En el suelo se puede degradar por medio de la acumulación de desechos a niveles altos, tanto que repercuten negativamente en su comportamiento, por lo cual se vuelven tóxicos para los organismos del suelo, esto es una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del terreno. Así mismo, los ataúdes también generan contaminación por medio de la volatilización de sustancias tóxicas como barnices y disolventes, y por elementos (zinc y plomo), que se esparcen por el suelo. Los materiales internos de los ataúdes también contribuyen a generar impacto ambiental.

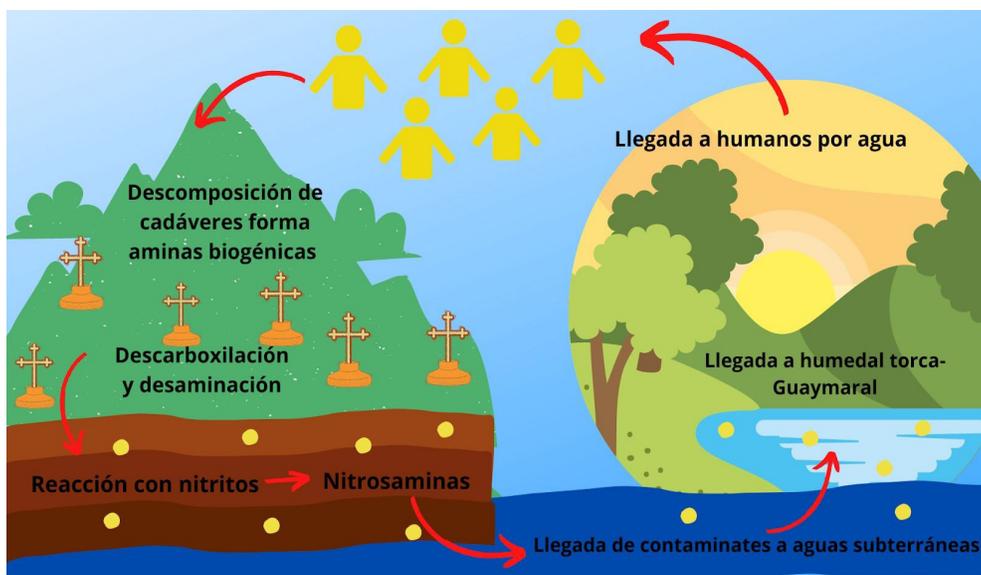


Figura 3. Ciclo Biogeoquímica de las aminas biogénicas. Elaboración propia.

3.5 Toxicología ambiental. Determinar la ruta toxicológica de contacto humano

El plan de ordenamiento zonal presenta dos bioambientes: el primero está compuesto por la Sabana con la zona plana del hospital Simón Bolívar y los cementerios; y el segundo por los humedales y quebradas con la subcuenca de Torca. Sumado a esto algunas edificaciones del área de influencia de los cementerios del norte, tales como universidades y colegios, hasta los mismos cementerios se abastecen de agua por medio de pozos profundos y drenan sus aguas residuales a través de pozos sépticos, originalmente usados para drenar las aguas lluvias (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010).

Por lo cual, se puede decir que la ruta de contacto humano es a través de las

actividades descritas previamente, como se observó esquemáticamente en la Figura 3. Es necesario tener en cuenta que los humedales La Conejera, Torca y Guaymaral ejercen un proceso de regulación del agua sobre la zona, porque recogen las aguas lluvias y las descargan al río Bogotá en época de invierno, y regulan el nivel freático durante la época de verano (Velasco & Minota, 2012).

3.6 Vías de exposición humana-Toxicología

Una de las vías de exposición es el olor del cuerpo humano en descomposición. Este olor es único, a pesar de lo desagradables que pueden resultar en los sentidos humanos, los olores emitidos durante el proceso de descomposición se conocen también como necromonas, pueden ser captados por receptores específicos de nuestro órgano olfativo (Funeral Natural, 2020).

Este olor es transmitido principalmente por la cadaverina (1,5 pentaminadiamina) y la putrescina (1,4 tetrametilendiamina), ambas sustancias son muy similares pero provienen de orígenes diferentes (Funeral Natural, 2020). Por otra parte, otra vía de exposición al ser humano, de acuerdo con la ficha de datos de seguridad de la putrescina, su vía de exposición es oral (ingestión) en el parámetro LD50 con un valor 740 mg/kg en una rata (Roth, 2019). La ingesta de la cadaverina se debe a cualquier alimento, ya sea animal o vegetal, se debe a la presencia de bacterias que contienen enzimas capaces de hidrolizar proteínas y a que el alimento tenga una elevada carga proteica (Martínez, 2019).

En cuanto a las proteínas se genera una desnaturalización y degradación principalmente debida a la acción de las exoenzimas diastasas. Ciertos organismos entran al aparato digestivo liberando dichas enzimas y provocan la descarboxilación de las proteínas. En este proceso se liberan gases que provocan una gran presión intra-abdominal. Las proteínas son macromoléculas formadas por cadenas de aminoácidos. La finalidad de la putrefacción es reducir las grandes moléculas del organismo en unidades más sencillas. Por tanto, los aminoácidos constituyentes de las proteínas serán descarboxilados formando compuestos nitrogenados de bajo peso molecular entre los que destacan las ABs (Serrano, 2018).

3.7 Sintomatología por intoxicación

Las ABs (putrescina y cadaverina) se presentan normalmente en determinados alimentos, especialmente en pescados. Su toxicidad depende de la concentración presente en el alimento en el momento de la ingestión, sin embargo, en general las intoxicaciones por este tipo de aminas no suelen ser mortales (Arranz, 2005).

La putrescina y la cadaverina en la fisiología celular, en el catabolismo y la secreción de estos compuestos se encuentran directamente relacionadas a células y tejidos. Es por esto que la ingesta de alimentos con una gran concentración de estas aminas o un mal funcionamiento de los sistemas detoxificadores pueden alterar el equilibrio del organismo,

causando problemas toxicológicos (Díaz, 2014).

Así como algunos metales pesados como lo describe Quiroga-santana et al. (2020), las aguas de este sistema de humedales llegan al Río Bogotá y esta agua se utiliza para riego. Esto genera dinámicas de movimientos tróficos y presencia de sustancias tóxicas en alimentos, lo conlleva a la pérdida de la inocuidad de alimentos como lo destaca Rodríguez-Velázquez et al. (2019).

El consumo de alimentos con grandes concentraciones de aminas biogénicas genera ciertas manifestaciones clínicas que acompañan a las intoxicaciones por estas sustancias como:

- Alteraciones gastrointestinales: náuseas, vómitos, dolores abdominales, diarrea.
- Alteraciones hemodinámicas: hipotensión, hipertensión.
- Alteraciones cutáneas: comezón, edema, urticaria, inflamaciones.

Así mismo se pueden dar palpitations, picazón en ojos, hiper e hipotensión, sofocos, sudoración, siendo los más comunes el dolor de cabeza y diarreas. Además de los efectos nombrados anteriormente, las ABs pueden tener un papel activo en otros tipos de procesos que son nocivos para la salud humana. En lo referente a cadaverina y putrescina éstas pueden reaccionar con nitritos para formar nitrosaminas las cuales son compuestos carcinogénicos, lo que representa un riesgo adicional toxicológico en los productos con altos niveles de aminas y que además contienen sales de nitrito y nitrato (Ruiz & Jiménez, 2010). A pesar de que no se conoce con certeza el alcance de esta toxicidad se sospecha que tiene una incidencia mucho mayor a la reconocida (Arranz, 2005).

3.8 Biomarcadores asociados

La cuantificación de las ABs, específicamente: putrescina y cadaverina, se hace a través del análisis de células mononucleares de sangre periférica, en plasma y en heces. Al realizar este proceso se obtiene una cifra de células mononucleares (linfocitos y monocitos) y de glóbulos rojos lo cual permite relativizar la cantidad de putrescina y cadaverina por número de células, así como en el plasma sanguíneo (López, López, Navarro & Sánchez, 2015). Por lo tanto el biomarcador más apropiado para estos compuestos es la sangre.

4 | DISCUSIÓN

Es relevante tener en cuenta que existen múltiples factores que controlan el nivel de ABs que entran y salen del ciclo toxicológico, incluyendo el tipo de suelo, la temperatura y la actividad microbiana. De esta manera, la complejidad de su análisis se incrementa, pues los factores específicos de la zona de estudio pueden incidir en la cantidad de putrescina y cadaverina presentes en los cuerpos hídricos aledaños a los cementerios.

Así, en las zonas donde el cementerio presente un tipo de suelo más poroso, como arena o grava, el movimiento de la filtración de lixiviados puede ser rápida y mezclarse con el agua subterránea debajo, llegando más rápidamente a los cuerpos hídricos. En contraste, en las zonas donde se presente suelo arcilloso habrá retención de las sustancias orgánicas degradables (incluyendo la cadaverina y la putrescina) lo cual retarda la llegada de estas sustancias al agua (Dueñas & Villa, 2019).

A pesar de que no se han encontrado estudios con resultados cuantitativos frente a balances de masas o estimados de generación de ABs en los cuerpos hídricos en el Humedal Torca Guaymaral, la presencia de cadaverina y putrescina por descomposición de los cadáveres, podrían conllevar a la proliferación de microorganismos patógenos y a la variación de parámetros físico-químicos como los nitratos y nitritos, que afectan la calidad del agua. Por lo cual, debido a que algunas bacterias trabajan en interacciones de cooperación, como es el caso de *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis* que degradan la arginina para convertirla en putrescina, se ha encontrado que puede haber una posible presencia de cadaverina y putrescina en los cuerpos de agua contaminados a través de indicadores microbiológicos (Cabrera & García, 2006).

En 2019, Bonilla y colaboradores encontraron la presencia factible de *Salmonella sp.* y *Shigella sp.* en muestras de agua aledañas lo que permitió determinar que estos microorganismos presentes son un indicador directo de la presencia de diaminas (putrescina y cadaverina); las cuales, se producen mediante la descarboxilación principalmente por acción bacteriana.

De igual manera, los nitratos y nitritos a temperaturas elevadas interactúan con las aminas secundarias (cadaverina y putrescina), dando lugar a la formación de nitrosaminas que poseen propiedades cancerígenas, principalmente sobre el tracto intestinal. Es por ello que el Informe del World Cancer Research Foundation (WCRF, 1997) apunta que los nitratos y nitritos deben ser considerados carcinógenos por humanos ya que pueden ser convertidos a compuestos N-nitrosos (Triki, 2013).

Todo lo anterior, lleva a reflexionar sobre la gran importancia que tiene el monitoreo de las ABs como indicadores de calidad del agua teniendo en cuenta que pueden generar consecuencias de forma sinérgica y acumulativa, como lo son las problemáticas de salud pública. Incluso, se puede afirmar que el problema es de tal magnitud que se ve necesaria la lucha constante para mantener una calidad de vida adecuada en las poblaciones cercanas, considerando que la calidad del agua condiciona la calidad de vida. Así las cosas, en los cuerpos de agua aledaños al cementerio como el humedal Torca-Guaymaral es evidente la necesidad de tomar acciones en Salud pública, teniendo en cuenta especialmente la calidad hídrica, siendo un asunto de ingeniería ambiental aplicada.

Cabe resaltar, que dentro de las normas nacionales como el Decreto 391/1991 y la Resolución 5194/2010 los cuales se reglamenta el trámite para la inscripción junto con obtención de la Licencia Sanitaria de Funcionamiento para las Funeraria y la prestación

de los servicios de cementerios, inhumación, exhumación y cremación de cadáveres respectivamente, no exigen analizar los factores más importantes que condicionan la utilización de terrenos para el desarrollo de cementerios como la homogeneidad del suelo y el espesor de la capa no saturada, fundamentales para predecir la migración de contaminantes provenientes de los líquidos que se forman en el proceso de descomposición de cadáveres, principalmente hacia las aguas subterráneas.

De igual manera, el Decreto 829/1967 donde se reglamenta el Cementerio Parque Jardines El Recuerdo presenta un vacío respecto a la preservación de los recursos hídricos aledaños o subterráneos considerando la ubicación del mismo y las sepulturas bajo suelo, vacío que en parte ha posibilitado la problemática en el humedal de Torca - Guaymaral.

5 | CONCLUSIONES

Las ABs, en especial la putrescina y la cadaverina, generan alteraciones en el recurso hídrico y alteran las características del suelo, estas a su vez modifican y alteran la biodiversidad en humedales, específicamente en el Humedal de Torca – Guaymaral. Estas sustancias generan una posibilidad de exposición humana por ingesta de agua contaminada y afecta la inocuidad de alimentos en términos de compuestos nitrogenados al final del ciclo hidrológico con fines de riego en la cuenca del Río Bogotá. En razón a esto la presencia de putrescina y cadaverina representa una pérdida de calidad ambiental, un problema de salud ambiental y en largo plazo un potencial problema de salud pública, lo cual implica que se debe realizar una vigilancia epidemiológica para los desenlaces o morbilidad en alteraciones gastrointestinales, alteraciones hemodinámicas, alteraciones cutáneas y casos de cáncer en poblaciones cercanas al humedal de Torca – Guaymaral.

La presencia de *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y *Enterococcus faecalis* pueden ser considerados bioindicadores de la presencia de ABs en el humedal de Torca – Guaymaral y otros ecosistemas que presenten pérdida de calidad ambiental (contaminación por ABs) y se presenten casos de morbilidad por este tipo de sustancias.

La legislación ambiental existente dentro del contexto de cementerios en especial en el humedal Torca – Guaymaral presenta vacíos ambientales respecto a la preservación y cuidado del recurso hídrico en cuanto a ABs, lo cual debería relacionarse dentro del Plan de Manejo Ambiental de los Humedales Torca – Guaymaral por la autoridad ambiental competente.

6 | RECOMENDACIONES

Se recomienda formular estudios con suficiente información, capaces de proponer soluciones para reducir la cantidad de ABs a la que se exponen las comunidades que se abastecen de los cuerpos de agua aledaños al cementerio. El riesgo disminuiría, si en cementerios de la zona se instalaran sistemas internos de drenaje con el fin de capturar

los lixiviados para su posterior tratamiento, así mismo si las fosas fueran construidas con un revestimiento interior en concreto permitiría evitar el contacto con sustancias químicas o biológicas que a su vez tienen el potencial para acelerar la degradación de los cuerpos.

Para futuras investigaciones, conviene ampliar el análisis en zonas aledañas al cementerio durante la época de lluvias y a diferentes profundidades. Para ello, se puede acudir a métodos hidrogeológicos, hidrogeológicos y geofísicos, con el fin de detectar las filtraciones de agua, y demostrar la trayectoria de los contaminantes. Por esto, es fundamental que se realicen más estudios específicos y cuantitativos frente a la presencia de ABs en los cuerpos de aguas aledaños al Humedal Torca – Guaymaral.

Se recomienda realizar investigación epidemiológica en la zona de interés con el fin de hacer un seguimiento a los desenlaces descritos en el presente capítulo.

AGRADECIMIENTOS

Al **Ingeniero Kenneth Ochoa-Vargas**, Director del Programa de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad El Bosque, por su apoyo y liderazgo en los procesos de investigación en Salud Ambiental en la Facultad y el Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente –ASA.

Al **Ingeniero Juan Mauricio García Delgadillo**, Líder del Grupo de Investigación Agua, Salud y Ambiente –ASA, Facultad de Ingeniería, Universidad El Bosque, por su apoyo en la línea de Salud Ambiental –ASA.

IN MEMORIAM

Doctor Álvaro Cadena Monroy, QEPD.

Se ha ido un grande. Ejemplo de profesor, de académico y de investigador. Jamás se olvidarán sus clases en la Universidad El Bosque: termodinámica; complejidad matemática y conmensurabilidad.

Se extrañarán sus charlas sobre la entropía, la gravedad y el tiempo –y el café-.

Esta pérdida es “incomensurable” para la ciencia, para el mundo científico y para todos.

REFERENCIAS

Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 829 de 1967, 43 (2020).

Álvarez, M. A. (2020). Aminoácidos Biogénicos En Alimentos : Métodos Moleculares Para La Detección E Identificación De Bacterias Productoras De Biogénicos. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 196, 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/arbor.2020.795n1009>

Barrio, D. (2019). *Otras Dietas con Restricciones*. Norte Salud. Grupo de Expertos en Intolerancias y Alergias. https://nortesalud.com/wp-content/uploads/2019/10/IA_I_M%C3%B3dulo-7.2_Aminas-bi%C3%B3genas.pdf

Bonilla, L., Hernández, D., Morales, J., Polanía, M., & Rueda, I. (2019). Determinación de la presencia de cadaverina y putrescina mediante parámetros físicos, químicos y factores microbiológicos en cuerpos de agua aledaños al Cementerio Jardines del Recuerdo. *Universidad El Bosque*, 1, 3-6. https://www.academia.edu/34529053/DETERMINACIÓN_DE_LA_PRESENCIA_DE_CADAVERINA_Y_PUTRESCINA_MEDIANTE_PARÁMETROS_FÍSICOS_QUÍMICOS_Y_FACTORES_MICROBIOLÓGICOS_EN_CUERPOS_DE_AGUA_ALEDAÑOS_AL_CEMENTERIO_JARDINES_DEL_RECUERDO

Bravo, M. (2005). *Valoración de la toxicidad de las aminas biogénicas presentes en alimentos* [Universidad Complutense de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=194873>

Cabrera, A., & García, E. (2006). *Identificación de microorganismos indicadores y determinación de puntos de contaminación en aguas superficiales provenientes del cementerio Jardines del recuerdo ubicado en el norte de Bogotá* [Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8283>

Cunha, P., Ucker, F., Vargas, C., Coelho, M., & Coelho, L. (2016). Areas Occupied By Cemeteries And Their Impacts On Water Quality In The City Of Santa Maria - Rio Grande Do Sul (Brazil). *Ciência e Natura*, 34(2), 157-173. <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467547684008.pdf>

Díaz, A. (2014). *Presencia de aminas biogénicas en los alimentos. Diseño de un laboratorio para su detección y uso en el control de la calidad alimentaria* [Universidad de Oviedo]. https://digital.csic.es/bitstream/10261/142881/1/TFG-Diaz_Gonzalez.pdf

Dueñas, A., & Villa, C. (2019). *Primera Fase Para Elaborar Una Propuesta De Cementerio Sostenible - Caso Estudio Parque Cementerio Jardines Del Recuerdo Bogotá* [Universidad El Bosque]. https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/2677/Dueñas_Castro_Andrea_Carolina_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Funeral Natural. (2020). *El olor de la muerte*. 1. <https://www.funeralnatural.net/articulos/el-olor-de-la-muerte>

González-Martínez, C. (2019). Epigenética y salud : un análisis desde el pensamiento complejo. *Revista Salud El Bosque*, 9(2), 10-18. <https://doi.org/10.18270/rsb.v9i2.2796>

González-Martínez, C., Pastor-Sierra, K., Acosta, D., Acevedo-Supelano, A., Espitia-Pérez, L., Espitia-Pérez, P., Galeano-Paez, C., Gómez-Rendón, C., Gómez-Barrera, L., Gutiérrez-Fernández, L., Jimenez-Vidal, L., Porras-Ramírez, A., Rico-Mendoza, A., & Salcedo-Arteaga, S. (2020). *Minería y Salud Ambiental: Un análisis desde la producción de carbón, ferromniquel y oro en Colombia* (1.ª ed.). Corporación Universitaria Minuto de Dios.

López-Ayala, J. A., López-Ayala, M. V., & Navarro-Hernández, P. (2015). Aminas Biogénicas como biomarcador diagnóstico en enfermedades inflamatorias intestinales. *European Journal of Health Research*, 1(3), 79. <https://doi.org/10.30552/ejhr.v1i3.7>

Martínez, L. (2019). Bioquímica forense : el papel de las bacterias en la putrefacción cadavérica. *Visión criminológica*, 4(4), 40-43. https://revista.cleu.edu.mx/new/descargas/1904/Articulo09_bioquimica-forense.pdf

Ministerio de la Protección Social (2020) *Resolución 5194/2010*. Por el cual se reglamenta la prestación de los servicios de cementerios, inhumación, exhumación y cremación de cadáveres.

Ortigoza, J. (2020). Bioquímica En La Descomposición Cadavérica (Putrescina Y Cadaverina). *Skopein - Revista de Criminalística y Ciencias Forenses*, 8(21), 20-25. <https://skopein.org/ojs/index.php/1/article/download/144/131>

Quiroga-santana, A., Rodríguez-Velázquez, O., Acosta-Leal, D., Pastor-sierra, K., & González-Martínez, C. (2020). Prospective analysis of phytoremediation species for agricultural soils contaminated with cadmium in Mosquera - Colombia. *Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences*, 10(2), 259-292. <https://www.japss.org/upload/2. Martinez.pdf>

Rodríguez-Velázquez, O., Quiroga-Santana, A., Acosta-Leal, D., Pastor-Sierra, K., & González-Martínez, C. (2019). Cadmio, inocuidad de alimentos y salud ambiental: Un análisis desde la producción hortícola para consumo humano en Cundinamarca, Colombia. En Common Ground Research Networks (Ed.), *Ninth International Conference on Health, Wellness & Society* (1.ª ed., pp. 63-64). University of California.

Roth, C. (2019). *Putrescina*. 1. <https://www.carlroth.de/medias/SDB-8379-ES-ES.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wzMDg5ODI4YXBwbGijYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oZWlvaGQxLzgzNTA5MTM5MjUxNTAucGRmfDBhNzJkZmU1M2RlMDU1OWRkMG I5MmZmNGQzMD BkMGExM 2U0ZTM xMjA4ZDA3YjhiMzg1YTNjNTk4ZTY0NmUwMGE>

Ruiz-Capillas, C., & Jiménez-Colmenero, F. (2010). Aminas Biogénicas: Importancia Toxicológica. *Electronic Journal of Biomedicine*, 3, 58-60. <https://biomed.uninet.edu/2010/n3/ruiz-capillas.html>

Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2021). *Humedal Torca y Guaymaral*. <http://humedalesdebogota.ambientebogota.gov.co/inicio/humedal-torca-y-guaymaral/>

Serrano-Espitia, D., Ocampo-ramírez, J., Galvis-lozano, A., Peña, L., Orozco-roa, V., & González-Martínez, C. (2021). Las Dioxinas en Colombia: Un Análisis Desde la Salud Ambiental. *Latitude Multidisciplinary Research Journal*, 1(14), 28-51. <https://revistas.qlu.ac.pa/index.php/latitude/article/view/143/126>

Serrano, M. (2018). La Química de los Fenómenos Cadavéricos. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, 29, 57-70. https://www.uv.es/gicf/4A1_Serrano_GICF_29.pdf

Triki, M. (2013). *Aminas Biógenas en Productos Cárnicos más Saludables en base a su Contenido Lipídico* [Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/23680/1/T34942.pdf>

Velazco, A., & Minota, Y. (2012). Evaluación por contaminación en suelos aledaños a los cementerios Jardines del Recuerdo e Inmaculada. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 22(1), 165-175. <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v22n1/v22n1a11.pdf>

A ECOLOGIA COMO A CIÊNCIA QUE EXPLICA AS PANDEMIAS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/04/2021

Roberto Valmorbida de Aguiar

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Sertão*; Pós-doutorando/colaborador do PPG Botânica - UFRGS
<http://lattes.cnpq.br/9947505397950181>

Morgana Karin Pierozan

Centro Universitário UNIDEAU
Getúlio Vargas - RS
<http://lattes.cnpq.br/5752816970294896>

RESUMO: Para compreender a natureza e conseqüentemente o ser humano e seu impacto no ambiente, é necessário analisar a origem e a evolução da vida no planeta e especialmente, as relações existentes nesse processo. Nesse sentido a ecologia é a ciência que tenta explicar a razão da vida na Terra. O estudo da ecologia permite entender que todas as espécies não podem ser estudadas de forma isolada, mas como componentes de um complexo sistema ecológico. Para compreender o impacto do ser humano sobre o aumento de doenças infecciosas e sua origem nas pandemias, é fundamental investigar as relações existentes nos sistemas ecológicos envolvidos nesse processo. A maior parte das doenças infecciosas emergentes, como é o caso da COVID-19, são causadas por vírus e tem origem zoonótica, sendo uma manifestação das interações entre as espécies, refletindo a

ligação direta entre saúde e biodiversidade, onde as mudanças ambientais podem afetar a sua transmissão. A contaminação do ser humano por essas doenças ocorre por transbordamento a partir de hospedeiros reservatórios, especialmente vertebrados da fauna silvestre ou doméstico. No caso da atual pandemia de COVID-19 causada pelo vírus SARS-CoV-2, os estudos sugerem que a sua origem ecológica ocorreu em populações de morcegos, especialmente do gênero *Rhinolophus*. Cenários de alta diversidade levam a uma redução das doenças infecciosas emergentes e conseqüentemente, da possibilidade das mesmas causar pandemias. O uso do conhecimento científico sobre as relações existentes na natureza, através da ecologia, pode auxiliar o ser humano na tomada de decisões para evitar esse tipo de evento. Isso é possível através do caminho da sustentabilidade, que tem como base o próprio conhecimento ecológico. De forma mais direta a resposta está no cumprimento dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), especialmente aqueles envolvendo saúde (3), mudanças climáticas (13) e proteção dos ecossistemas (15).

PALAVRAS-CHAVE: SARS-CoV-2. Doenças infecciosas emergentes. Transbordamento.

ECOLOGY AS THE SCIENCE THAT EXPLAINS PANDEMICS

ABSTRACT: To understand nature and consequently the human being and his impact on the environment, it is necessary to analyze the origin and evolution of life on our planet and especially, the relationships that exist in this process, therefore, ecology is the science that

tries to explain the reason for the life on Earth. The study of ecology allows us to understand that all species cannot be understood in isolation, but as components of a complex ecological system. In order to understand the impact of human beings on the increase in infectious diseases and their origin in pandemics, it is essential to investigate the existing relationships in the ecological systems involved in this process. Emerging infectious diseases, such as COVID-19, are caused by viruses and have a zoonotic origin, being a manifestation of interactions between species, reflecting the direct link between health and biodiversity, where environmental changes can affect their transmission. The contamination of humans by these diseases occurs by spillover from reservoir hosts, especially vertebrates of wild or domestic fauna. In the case of the current COVID-19 pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus, studies suggest that his ecological origin occurred in bat populations, especially the *Rhinolophus*. High diversity scenarios lead to a reduction in emerging infectious diseases and, consequently, the possibility of them causing pandemics. The use of scientific knowledge about existing relationships in nature, through ecology, can assist human beings in making decisions to avoid this type of event. This is possible through the path of sustainability, which is based on ecological knowledge itself. More directly, the answer lies in meeting the objectives of sustainable development (SDGs), especially those involving health (3), climate change (13) and protection of ecosystems (15).

KEYWORDS: SARS-CoV-2. Emerging infectious diseases. Spillover.

1 | A ECOLOGIA É A CIÊNCIA DAS RELAÇÕES¹

O entendimento da ecologia, ciência que estuda a abundância e distribuição dos organismos em relação a outros organismos e às condições do ambiente, é fundamental para abordar os problemas ambientais. Essas questões estão influenciando diretamente a humanidade, seja a pandemia causada pelo Sars-CoV-2 (Novo Coronavírus ou Covid-19), as queimadas em vários locais do planeta, inclusive no Brasil, a produção agropecuária, as mudanças climáticas e até a política econômica mundial. Para compreender a natureza e conseqüentemente o ser humano e seu impacto no ambiente, é necessário analisar a origem e a evolução da vida no nosso planeta e especialmente, as relações existentes nesse processo, portanto, a ecologia é a ciência que tenta explicar a razão da vida na Terra.

O ser humano depende do estudo da ecologia para aprender a sobreviver no planeta sem danificá-lo, a ponto de o mesmo não ter mais condições de sustentar as espécies. Esse estudo permite entender que as espécies, inclusive a humana, não podem ser compreendidas de forma isolada, mas como componentes de um complexo sistema natural, que pode também ser chamado de sistema da vida ou ecológico. O grande problema enfrentado hoje para a sobrevivência das espécies é causado pelo próprio ser humano, através da má administração dos recursos naturais disponíveis.

Parte do estudo da ecologia não tem aplicação direta com os temas ambientais, ou seja, os aspectos práticos que envolvem as relações dos impactos do ser humano na

¹ O item introdutório sobre ecologia utiliza como referência as obras: Ricklefs; Relyea, 2018; Begon; Harper; Townsend, 2007; Odum; Barrett, 2007.

natureza. Porém, a ecologia fornece a base científica para entender a raiz dos problemas ambientais. Depois de compreender os conceitos básicos da ecologia, a visão sobre o planeta se modifica, onde qualquer espécie, incluindo o ser humano, não é mais vista como parte isolada, mas como componente de um complexo sistema natural, que é influenciado e influencia o ambiente ao seu redor.

A palavra ecologia teve sua origem no século XIX, através do zoólogo Alemão Ernest Haeckel, partindo do princípio de que o conhecimento biológico não é completo quando o organismo é estudado isoladamente. Embora Charles Darwin, poucos anos antes, não tenha usado o termo ecologia, descreveu as interações entre as espécies como a economia da natureza. A partir do século XX a ciência da ecologia passou a ser uma área do conhecimento reconhecida e com várias diversificações, passando a produzir um volume cada vez maior de conhecimento sobre a natureza. Embora seja confundida com as ciências ambientais, a ecologia possui um escopo próprio, onde utiliza o método científico para investigar os organismos e suas relações com o ambiente, através de um processo que procura observar a natureza, desenvolver hipóteses a fim de explicar os fenômenos observados, para posteriormente testar essas hipóteses e fazer previsões. Com as novas descobertas, há uma constante mudança na construção do conhecimento sobre a natureza. A partir disso, há melhores condições para gerenciar os problemas ambientais produzidos pelo próprio ser humano.

Os sistemas ecológicos são entidades biológicas com processos internos e interação com o ambiente externo, existindo em diferentes níveis, desde um organismo individual até todo o planeta. Esses sistemas obedecem aos mesmos princípios físicos, químicos e biológicos com um estado de equilíbrio dinâmico, com controle de entrada e saída de matéria e energia. A partir disso, os organismos possuem várias maneiras de adaptação para transformar a matéria e a energia visando sua sobrevivência, desempenhando diferentes papéis nesses sistemas ecológicos. Como isso há uma grande diversidade de organismos no planeta, fruto dessa constante adaptação, resultado do processo de evolução, responsável pelas mudanças da composição genética de uma população de organismos ao longo do tempo. Dentro do princípio da ecologia, como a ciência das relações, o fenômeno da evolução não ocorre de forma isolada em uma única espécie, mas abre possibilidades para mudanças nas outras espécies que estão interagindo.

Embora os humanos tenham aumentado a capacidade do ambiente suportar o seu crescimento, o mal uso das tecnologias utilizadas para alcançar essas transformações, causaram mudanças sem precedentes no planeta, alterando os ecossistemas a ponto de alguns estarem em perigo de colapso. O rápido crescimento da população humana está afetando diretamente os princípios que regulam o funcionamento dos sistemas ecológicos, pois a espécie humana depende de uma grande quantidade de recursos e produz grande quantidade de rejeitos, sendo que todo o planeta é afetado por estas atividades. Como os sistemas ecológicos são muito complexos, o ponto de partida para entender o impacto do ser

humano sobre eles, é através de uma sólida compreensão do seu funcionamento. Esse é o princípio básico para encontrar uma saída para os problemas ambientais e assim, orientar a melhor maneira para que a existência do ser humano não comprometa a continuidade da vida no planeta. Como as atividades humanas estão esgotando os recursos naturais, as consequências são mudanças inéditas vindas de uma única espécie, entre elas a influência no aparecimento de doenças infecciosas e pandemias.

2 | VÍRUS E AS DOENÇAS INFECCIOSAS EMERGENTES

Para compreender o impacto do ser humano sobre o aumento de doenças infecciosas e sua origem nas pandemias, deve-se investigar as relações existentes nos sistemas ecológicos envolvidos nesse processo. Entre as várias interações ecológicas e adaptações evolutivas existentes na natureza e estudadas pela ecologia, estão as relações entre os parasitas e hospedeiros. O parasita é um organismo que depende de um outro organismo denominado hospedeiro e que causa efeitos prejudiciais à medida que consome os recursos desse hospedeiro. Estima-se que a metade das espécies de seres vivos do planeta seja de parasitas (RICKLEFS; RELEYA, 2018).

Os parasitas causam as doenças infecciosas nos seres humanos, sendo que em torno de 25% das mortes humanas no planeta são causadas por doenças infecciosas (WHO, 2020). Entre os parasitas causadores das principais doenças infecciosas estão os vírus, que são considerados parasitas intracelulares obrigatórios. Eles recebem este nome devido a necessidade de parasitar o interior das células de seu hospedeiro para manifestar suas condições vitais: a sua multiplicação e a possibilidade de alterar seu material genético, visto que não possuem estrutura celular. Descobertos no fim do século XIX e por serem extremamente pequenos, somente visualizados a partir de 1930 com o advento do microscópio eletrônico, os vírus atacam praticamente todos os tipos de organismos, inclusive o ser humano. Doenças como a varíola, gripe aviária, ebola, dengue, zika, febre chikungunya e a própria COVID-19 são viroses que preocuparam e algumas ainda preocupam a humanidade, especialmente a última (FIOCRUZ, 2020).

Embora eles sejam específicos, atacando tecidos de apenas um tipo de organismo, eles podem sofrer mutações e “saltar” de uma espécie para outra, se adaptando a novos organismos, por um fenômeno chamado de transbordamento ou *spillover* (termo utilizado na literatura inglesa) (CONFALONIEIRI, 2010, grifo do autor; WHO, 2020). Essa capacidade de infectar outras espécies confere ao vírus a possibilidade de adaptação por seleção natural e de persistir no ambiente, mesmo com a extinção de uma das espécies de hospedeiro. Um exemplo desse fenômeno ocorreu na chamada gripe espanhola no início do século XX, causada pelo vírus H1N1. O manuseio de patos e galinhas permitiu que o vírus, a partir de mutações, passasse a infectar o ser humano e esse a transmitir a doença. Já no início do século XXI uma cepa similar do vírus – H5N1 comum em aves, infectou os seres

humanos causando a gripe aviária. Outros vários exemplos com formas semelhantes de ocorrência aconteceram com o ser humano ao longo do tempo, como o ebola, HIV, varíola e outros, todos caracterizados pelo transbordamento do vírus de um reservatório natural, possivelmente na fauna silvestre, para algum animal doméstico e posteriormente ao ser humano, ou diretamente do reservatório natural para o ser humano (ENAP/OMS, 2020).

As doenças infecciosas emergentes, como é o caso da COVID-19, são definidas como recentemente descobertas ou que mudaram de hospedeiro, além de doenças já existentes com aumento de ocorrência ou abrangência geográfica (DASZAK; CUNNINGHAM; HYATT, 2000). Essas doenças são uma manifestação das interações entre as espécies, refletindo a ligação direta entre saúde e biodiversidade. As mudanças ambientais, especialmente na composição da biodiversidade, podem afetar a sua transmissão especialmente para os seres humanos. Numerosos estudos discutem o papel da alteração nos ecossistemas, na sua biodiversidade, na transmissão de doenças, afetando as condições dos hospedeiros e vetores (ROMANELLI; COOPER, 2014).

A partir do século XX intensificou-se dramaticamente a exploração dos ecossistemas e da biodiversidade, aumentando a população humana e de animais domésticos. Esse fato aumentou as oportunidades para que os patógenos passassem da natureza, onde são encontrados na fauna silvestre, para os animais domésticos e seres humanos, resultando no aumento crescente de doenças infecciosas transmitidas por animais, as chamadas zoonoses ou doenças zoonóticas (UNEP, 2016). A maioria das doenças infecciosas emergentes são causadas por vírus e entre 70 a 80% tem origem zoonótica, sendo um produto da própria biodiversidade. São transmitidas para os seres humanos a partir de hospedeiros reservatórios, especialmente vertebrados da fauna silvestre ou doméstico, através de transbordamento, surgindo quando uma mutação possibilita que um patógeno seja transmitido para uma nova espécie de hospedeiro (JONES; PATEL; LEVY, 2008; CONFALONIEIRI, 2010; ROMANELLI; COOPER, 2014).

Confalonieiri (2010) sugere que para ocorrer a emergência de zoonoses, devem interagir várias espécies hospedeiras e que o efeito de transbordamento de patógenos ocorre em nível de meta-comunidades, entendidas como conjunto regional de comunidades que intercambiam colonizadores de múltiplas espécies. Como o limite dessas comunidades são permeáveis, há o movimento de organismos entre elas, incluindo nesse caso os seus patógenos que podem causar infecções em hospedeiros da mesma espécie ou espécies diferentes. Com a interferência antrópica sobre a movimentação de organismos nas meta-comunidades, através especialmente na degradação de habitats e na biodiversidade, as possibilidades de transbordamento são facilitadas. Portanto, na raiz do problema das doenças emergentes que atingem a saúde humana, está a saúde da população dos próprios animais que servem de reservatórios naturais à essas doenças e a sua ligação com os seus habitats, ou seja, o estado de conservação dos ecossistemas que servem de abrigo para esses animais (JONES; PATEL; LEVY, 2008; ENAP/OMS; 2020). Outra possibilidade

que também deve ser considerada são as tecnologias de intensificação da produção em animais domésticos (DASZAK; CUNNINGHAM; HYATT, 2000).

A perda de diversidade é devido a fatores como o aquecimento global, degradação de ecossistemas para fins agropecuários, imobiliários e outros, a caça e a comercialização ilegal de animais silvestres, onde os reservatórios naturais acabam entrando em contato direto com o ser humano ou com animais domésticos (ROMANELLI; COOPER, 2014; PNUMA, 2016). Como esses parasitas estão sempre buscando a possibilidade de invadir novos hospedeiros, algumas vezes ocorre o transbordamento e novos hospedeiros são encontrados. Porém, se esses animais vivem em habitats degradados, com uma alimentação inadequada e com a saúde debilitada, estão mais propensos a ser contaminados por seus parasitas naturais e conseqüentemente contaminar o ser humano. Portanto, a carga de doenças infecciosas é determinada por condições ecológicas, e que o aumento na incidência de várias dessas doenças, frequentemente coincidem com declínios de biodiversidade (BONDS; DOBSON; KEENAN, 2012). Com o crescimento populacional, o aumento da urbanização, a falta de condições sanitárias adequadas, além das viagens e migração internacionais e o aumento das desigualdades sociais, aumenta o risco de aparecimento e a disseminação de parasitas causadores dessas doenças (CONFALONIEIRI, 2010; OMS/ENAP, 2020).

Os relatos da influência do ser humano nos ecossistemas e seus efeitos epidemiológicos, trazendo novas doenças infecciosas, aparecerem no início do século XX. Porém, a partir de 1930, com o desenvolvimento da epidemiologia paisagística, houve a introdução do conceito de focos naturais das doenças infecciosas, constituídos por ecossistemas onde os patógenos circulam naturalmente entre hospedeiros silvestres e, eventualmente, vetores. Com a invasão humana nestas áreas, cria-se oportunidades para a infecção de novas espécies hospedeiras e para a dispersão de patógenos antes restritos a estes ecossistemas. Dessa forma, há um caminho de possibilidades de transbordamento e infecção entre os animais silvestres, domésticos e o ser humano (Figura 1) (DASZAK; CUNNINGHAM; HYATT, 2000; CONFALONIEIRI, 2010).

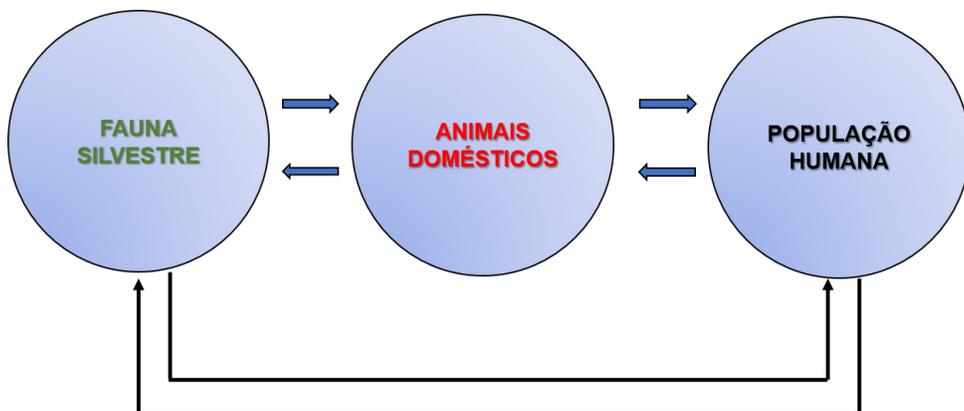


Figura 1 – Caminho das possibilidades de transbordamento entre os hospedeiros humanos, domésticos e silvestres.

Fonte: Adaptado de Daszak; Cunningham; Hyatt (2000) e Confalonieiri (2010).

Embora os processos de ordem social, econômica e tecnológica sejam importantes no aparecimento das doenças infecciosas emergentes, a explicação a partir de animais, especialmente silvestres, é a mais complexa e de difícil previsão, sendo atualmente a mais frequente. Portanto, o conhecimento a cerca dos sistemas ecológicos são relevantes quando se trata de uma gama de problemas emergentes de saúde. A conservação dos ecossistemas condiciona a manutenção da biodiversidade, isso reduz o risco de animais silvestres transmitirem doenças, devido ao equilíbrio entre predadores e presas, hospedeiros, vetores e parasitas. Esse modelo é referido como efeito de diluição e propõe que cenários de alta diversidade levem a uma redução das doenças infecciosas emergentes (ROMANELLI; COOPER, 2014).

3 I CORONAVÍRUS E A SARS-COV-2

O mundo testemunhou uma série de eventos desencadeados pela pandemia de COVID-19 (doença do coronavírus), uma doença causada pelo SARS-CoV-2, um novo vírus pertencentes à família Coronaviridae, de grande impacto na saúde individual e coletiva em todo o mundo. Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada de vários casos de pneumonia no cidade de Wuhan, província de Hubei, na República Popular da China. Era uma nova cepa de coronavírus, ainda não identificada em humanos (WHO, 2020; DEFENDI; SILVA MADEIRA; BORSCHIVER, 2021). Em 30 de janeiro de 2020, a OMS declarou que o surto da doença causada pelo novo coronavírus (COVID-19) constituiu uma emergência de saúde pública de importância internacional - o nível de alerta mais alto da organização. Foi a sexta vez na história que essa emergência foi declarada, todas envolvendo doenças infecciosas emergentes causadas por vírus (H1N1, poliovírus, Ebola por duas vezes e Zika vírus). Em 11 de março de 2020, COVID-19

foi caracterizado como uma pandemia pela OMS, ou seja, a disseminação mundial de uma nova doença epidêmica transmitida de uma pessoa para outra (WHO, 2020; OPAS, 2021). Embora Horton (2020) tenha a caracterizada como uma sindemia, pelas interações com outras doenças já pré-existentes nas pessoas, impulsionado por fatores políticos, sociais e econômicos.

Descritos pela primeira vez em 1965, os coronavírus causam doenças em uma ampla variedade de espécies de animais. Embora vários deles circulem na fauna silvestre, especialmente morcegos, sem afetar a espécie humana, já foram identificados sete tipos de coronavírus que afetam seres humanos, porém a maioria sem gravidade, causando apenas um resfriado comum (Tabela 1). Mas no século atual essa é a terceira vez que um tipo novo de coronavírus atinge a humanidade, causando doença grave (GOZLAN, 2020).

Denominação	Doença	Origem
HCoV 229E	Resfriado comum	Morcegos
HCoV-OC43	Resfriado comum	Roedores
SARS-CoV	Síndrome Respiratória Aguda Grave	Morcegos → Civetas*
HCoV-NL63	Resfriado comum	Morcegos
HKU1	Resfriado comum	Roedores
MERS-CoV	Síndrome Resp. do Oriente Médio	Morcegos → Dromedários*
SARS-CoV-2	COVID-19	Morcegos → Pangolins**

Tabela 1 – Tipos de coronavírus já descritos causadores de infecções em seres humanos, nome da doença, reservatório natural e hospedeiro intermediário em ordem cronológica de descoberta. * Ainda não confirmado.

Fonte: Gozlan, 2020.

O primeiro caso grave foi observado em 2002 com a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV), onde estudos sorológicos indicaram que o possível hospedeiro foi a *Paguma larvata* (Civeta), uma espécie de pequeno mamífero carnívoro arborícola da família Viverridae (WANG; EATON, 2007). A partir deste momento houve atenção especial por parte das autoridades de saúde sobre a possibilidade desse tipo de vírus causar uma pandemia. Já em 2012 apareceu a Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV) transmitida de *Camelus dromedarius* (dromedários) para seres humanos na Arábia Saudita (ENAP/OMS, 2020). As relações genéticas sugerem que não há indicação de animais domésticos como hospedeiros, mas que todos eles tiveram sua origem ecológica em morcegos como reservatórios naturais, especialmente do gênero *Rhinolophus*, encontrados na Ásia, África, Oriente Médio e Europa (WANG; EATON, 2007; GOZLAN, 2020; WHO, 2020; OPAS, 2021).

Estudos recentes apontam que outros mamíferos também apresentam o coronavírus como parte de sua comunidade viral, especialmente a espécie *Manis javanica* (pangolim malaio), que o tem como um dos seus patógenos dominantes, representando um potencial

contaminante desse vírus à outras espécies de mamíferos (LIU; CHEN, W.; CHEN, J.P., 2019). Devido à grande demanda por sua carne como iguaria e suas escamas para uso em medicamentos tradicionais, os pangolins são os mamíferos mais caçados e traficados do mundo, sendo que todas as suas espécies estão incluídas na Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES). Esforços combinados foram feitos para conservar e resgatar essas espécies em cativeiro na China, por causa de sua situação de ameaça e declínio contínuo do tamanho da população na natureza, inclusive por suas más condições de saúde e baixa imunidade (WANG et al., 2019).

A origem do novo coronavírus ainda não está esclarecida, mas supostamente ocorreu o transbordamento no último trimestre de 2019. Entre as hipóteses estão o transbordamento direto do gênero *Rhinolophus* ao ser humano, ou com uma contaminação inicial desses morcegos para outra espécie de mamífero como hospedeiro intermediário, possivelmente *Manis javanica* (pangolim malaio), e deste para o ser humano, embora nenhuma evidência do SARS-CoV-2 em animais foi detectada até o momento. Conforme relatório de estudo sobre as origens do SARS-CoV-2 solicitado pela OMS, apresentado em março de 2021, existem quatro possibilidades, sendo que em três delas há o envolvimento do *Rhinolophus* como o reservatório natural (Figura 2) (WHO 2020; 2021).

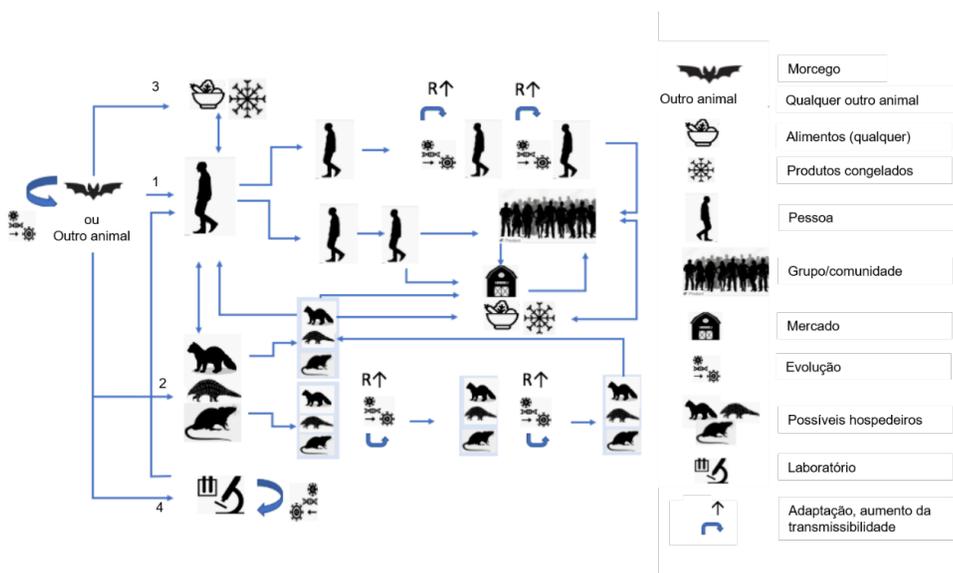


Figura 2 – Esquema geral das possibilidades de origem e rotas de contaminação do SARS-CoV-2. O símbolo que indica “evolução” reflete as possibilidades de quaisquer mutações, recombinação e seleção de variantes levando a uma capacidade aprimorada de infectar outras espécies ou transmissão. 1 – Transmissão zoonótica direta por transbordamento; 2 – Transmissão indireta por hospedeiro intermediário; 3* – Contaminação indireta através de alimentos e produtos congelados; 4* – Acidente de laboratório. * não comentado neste trabalho.

Fonte: Adaptado de WHO (2021).

Não há registro de vírus intimamente relacionados em qualquer laboratório, nem de genomas que em combinação possam fornecer o vírus, como também não há evidência de circulação de SARS-CoV-2 entre pessoas em todo o mundo antes de dezembro de 2019, quando foi detectado pela primeira vez (WHO, 2021). O que está evidenciado é a origem do vírus no Mercado Atacadista de Frutos do Mar de Huanan, na cidade de Wuhan na China, onde frutos do mar e espécies de animais selvagens e cultivados eram vendidos. O local é a fonte do surto ou desempenhou um papel fundamental na amplificação inicial do mesmo, sendo que o vírus pode ter sido introduzido na população humana a partir de uma fonte animal no mercado ou por um ser humano infectado, sendo amplificado naquele ambiente (WHO, 2020). Dentro desse contexto, um cenário também possível, seja a contaminação de algum animal não selvagem criado em outras áreas mas comercializado naquele local, pertencente a sua cadeia de abastecimento (WHO, 2021).

4 | PREVENÇÃO DAS PANDEMIAS

Uma vez conhecido o principal mecanismo das doenças infecciosas emergentes e seu potencial pandêmico, ou seja, o transbordamento de patógenos a partir de espécies animais reservatórios da infecção, coloca-se a questão do que pode ser feito para prever e prevenir a ocorrência deste processo. No estado atual de conhecimento, o que as abordagens preditivas são capazes de apontar, são regiões geográficas com maior probabilidade de ocorrência de novas infecções, a origem dos prováveis hospedeiros naturais e a natureza biológica dos patógenos emergentes (no caso vírus). Com isto, organizações, programas e países teriam um subsídio para a orientação de estratégias de monitoramento e vigilância epidemiológica, visando uma preparação para respostas aos eventos de emergência (CONFALONIEIRI, 2010).

A integridade dos ecossistemas pode ajudar a regular essas doenças, apoiando a biodiversidade para que seja mais difícil um patógeno se espalhar rapidamente. Com uma melhor gestão dos recursos naturais, com ênfase na conservação da biodiversidade, através da correta divisão dos espaços produtivos na natureza, especialmente para fins agropecuários, com a organização de zonas tampão, as quais separam humanos de animais e dos patógenos que eles abrigam, são notavelmente reduzidas as oportunidades de transbordamento (UNEP, 2016). As doenças zoonóticas são distúrbios particularmente complexos que necessitam de ações dos setores da produção agrícola, saúde pública e meio ambiente, que frequentemente andam isolados (DEGELING et al., 2015; UNEP, 2016). Pesquisas colaborativas mult disciplinares e multinacionais também serão necessárias para explorar as ligações entre as dinâmicas das doenças, incluindo seus reservatórios naturais, seus prováveis vetores e a suscetibilidade de transmissão para os seres humanos (WELBURN et al., 2015).

A pandemia da COVID-19 é um exemplo a ser investigado de um patógeno que gera

efeitos indiretos ao alterar o comportamento do hospedeiro. Curiosamente, este pode ser o único exemplo dos efeitos indiretos gerados por um patógeno, principalmente relacionado às mudanças comportamentais de indivíduos da espécie hospedeira para evitar a infecção, resultando em mudanças generalizadas nos comportamentos de bilhões de pessoas (LASHLEY et al., 2020). Com o isolamento social, houve a diminuição global das atividades humanas modernas, a chamada antropopausa, que forneceu uma estrutura experimental natural da relação do ser humano e seus impactos nas comunidades de vida selvagem e nos ecossistemas (RUTZ et al., 2020).

A COVID-19 forneceu um lembrete de que os humanos são uma parte, e não estão separados, dos principais processos ecológicos evolutivos que moldam o planeta (LASHLEY et al., 2020). O uso do conhecimento científico sobre as relações existentes na natureza, através da ecologia, pode auxiliar o ser humano na tomada de decisões, para evitar esse tipo de evento. Nesse sentido é importante avançar no desenvolvimento sustentável, definido no Nosso Relatório Comum (BRUNDTLAND, 1987) como o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades.

A partir disso, a Agenda 2030 (2021) através da implementação dos 17 objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), serve como um guia para as ações da comunidade internacional, a serem cumpridas pelos governos, sociedade civil, setor privado e todos cidadãos, a fim de colocar o planeta em um caminho mais sustentável e resiliente até 2030. Em especial, os objetivos 3 - saúde e bem estar; 13 - ação contra a mudança global no clima; e 15 - ecossistemas terrestres; são os de maior impacto para o combate as doenças infecciosas emergentes e as possibilidades de pandemia.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O surgimento das pandemias através das doenças infecciosas emergentes, como a causada pelo novo coronavírus, está ligado ao contato do ser humano com os animais reservatórios, tanto silvestres como domésticos, e a consequente possibilidade de transbordamento. A degradação de ecossistemas e outros impactos humanos na biodiversidade diminuem a imunidade desses reservatórios, especialmente pela escassez de habitat e alimentos, potencializando esse processo. Portanto, cenários de alta diversidade levam a uma redução das doenças infecciosas emergentes. Nesse sentido, o uso do conhecimento científico sobre as relações existentes na natureza, através da ecologia, pode auxiliar o ser humano na tomada de decisões, para evitar esse tipo de evento. Isso é possível através do caminho da sustentabilidade, que tem como base o próprio conhecimento ecológico, apontado pelos vários documentos do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Portanto, a resposta está no cumprimento dos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), especialmente os que envolvem saúde

(3), mudanças climáticas (13) e proteção dos ecossistemas (15).

REFERÊNCIAS

AGENDA 2030. **Plataforma Agenda 2030**. Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2021. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/>. Acesso em: 05 mar. 2021.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.

BONDS M.H.; DOBSON A.P.; KEENAN D.C. Disease ecology, biodiversity, and the latitudinal gradient in income. **PLoS Biol.**, 10 (12), 2012.

BRUNDTLAND, G. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. United Nations General Assembly document A/42/427, 1987.

CONFALONIEIRI, U. E.C. Emergência de doenças infecciosas humanas: processos ecológicos e abordagens preditivas. **Oecologia Australis**, 14 (3): 591-602, 2020.

DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A.A.; HYATT, A.D. Emerging infectious disease of wildlife Threats to biodiversity and human health. **Science**, 287(5452): 443-449, 2000.

DEFENDI, H.G.T.; SILVA MADEIRA, L.; BORSCHIVER, S. Analysis of the COVID-19 Vaccine Development Process: an Exploratory Study of Accelerating Factors and Innovative Environments. **J. Pharm Innov.**, 2021.

DEGELING, C.; JOHNSON, J.; KERRIDGE, I.; WILSON, A.; WARD, M.; STEWART, C.; GILBERT, G. Implementing a One Health approach to emerging infectious disease: reflections on the socio-political, ethical and legal dimensions. **BMC Public Health**, 15, 1307, 2015.

ENAP/OMS (Escola de Administração Pública e Organização Mundial de Saúde). **Vírus Respiratórios emergentes, incluindo o novo coronavírus (COVID-19): métodos para detecção, prevenção, resposta e controle**. 2020.

FIOCRUZ. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ: MINISTÉRIO DA SAÚDE. *In: Informações sobre doenças 2020*. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/sua-saude/informacoes-sobre-doencas>. Acesso em: 31 mar. 2021.

HORTON, R. Offline: COVID-19 is not a pandemic. **Lancet**, 396:874, 2020.

GOZLAN, M. Il était une fois les coronavirus. **Le Monde**, 27.03.2020. Disponível em: <https://www.lemonde.fr/blog/realitesbiomedicales/2020/03/27/il-etait-une-fois-les-coronavirus%E2%80%A8/>. Acesso em: 01 de abr. de 2021.

JONES, K.E.; PATEL, N.G.; LEVY, M.A.; STOREYGARD A.; BALK D.; GITTLEMAN, J.L.; DASZAK, P. Global Trends in Emerging infectious diseases. **Nature**, 451(7181): 990- 993, 2008.

LASHLEY, M. A.; ACEVEDO, M.; COTNER, S.; LORTIE, C. J. How the ecology and evolution of the COVID-19 pandemic changed learning. *Ecol Evol.* **10:** 12412– 12417, 2020.

LIU, P.; CHEN, W.; CHEN, J.P. Viral Metagenomics Revealed Sendai Virus and Coronavirus Infection of Malayan Pangolins (*Manis javanica*). *Viruses*, **11**, 979, 2019.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia.** São Paulo, SP: Cengage Learning, 2007.

OPAS (Organização Pan-Americana de Saúde). Organização Mundial de Saúde (OMS). Folha Informativa sobre COVID-19 – Histórico da pandemia de COVID-19. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid-19>. Acesso em: 02 de abr. de 2021

RICKLEFS, R.; RELEYA, R. **A Economia da Natureza.** 7ª ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 2018.

ROMANELLI, C.; COOPER, H. D.; de Souza Dias, B. F. The integration of biodiversity into One Health. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.*, **33** (2), 487-496, 2014.

RUTZ, C.; LORETTO, M. C.; BATES, A. E.; DAVIDSON, S. C.; DUARTE, C. M.; JETZ, W.; JOHNSON, M.; KATO, A.; KAYS, R.; MUELLER, T.; PRIMACK, R. B.; ROPERT-COUDERT, Y.; TUCKER, M. A.; WIKELSKI, M.; CAGNACCI, F. COVID-19 lockdown allows researchers to quantify the effects of human activity on wildlife. *Nature Ecology & Evolution*, **4**, 1156– 1159, 2020.

WANG, L.F.; EATON, B.T. Bats, Civets and the Emergence of SARS. In: Childs J.E., Mackenzie J.S., Richt J.A. (eds). **Wildlife and Emerging Zoonotic Diseases: The Biology, Circumstances and Consequences of Cross-Species Transmission - Current Topics in Microbiology and Immunology.** V. 315. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007.

WANG, X.; CHEN, W.; XIANG, R.; LI, L.; CHEN, J.; ZHONG, R.; XIANG, H.; CHEN, J. Complete Genome Sequence of Parainfluenza Virus 5 (PIV5) from a Sunda Pangolin (*Manis javanica*) in China. *J. Wildl. Dis.*, **55**, 5–8, 2019.

WELBURN S.C.; BEANGE, I.; DUCROTOY, M.J.; OKELLO, A.L. The neglected zoonoses—the case for integrated control and advocacy. *Clinical Microbiology and Infection*, **21**(5), 433-443, 2015.

WHO. **Origin of SARS-CoV-2:** World Health Organization. 26 March 2020. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332197>. Acesso em: 31 de mar. de 2021.

WHO. **WHO-Convended global study of origins of SARS-CoV-2.** China Part Joint WHO-China Study Team report 14 January-10 February 2021, 2021.

UNEP. **UNEP Frontiers 2016 Report:** Emerging Issues of Environmental Concern. United Nations Environment Programme, Nairobi, 2016.

ARMADILHA MOSQTENT® MODIFICADA [SIMULÍDEOS] PARA USO NA CAPTURA DE BORRACHUDOS ANTROPOFÍLICOS (DIPTERA: SIMULIIDAE) - MOLDE DE CONFECÇÃO E INSTRUTIVO DE MONTAGEM

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 06/05/2021

Raquel de Andrade Cesário

Laboratório de Simulídeos e Oncocercose,
Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/2240882359401161>

Ana Carolina dos Santos Valente

Laboratório de Simulídeos e Oncocercose,
Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/8038339290644625>

Marilza Maia Herzog

Laboratório de Simulídeos e Oncocercose,
Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/7660776029209407>

Érika Silva do Nascimento Carvalho

Laboratório de Simulídeos e Oncocercose,
Instituto Oswaldo Cruz, Fiocruz
Rio de Janeiro - RJ
<http://lattes.cnpq.br/9009175020405747>

RESUMO: Os simulídeos são insetos cosmopolitas cujas fêmeas, além de causarem incômodo e desconforto através de suas picadas, provocam reações alérgicas severas e transmitem doenças, sendo dípteros importantes para a saúde pública. Algumas espécies do gênero *Simulium* transmitem, entre outros agentes etiológicos, o filarídeo *Onchocerca volvulus*, causador da

cegueira dos rios, a oncocercose humana. As tecnologias que propiciam a coleta de amostras bióticas de vetores com segurança, bioética e qualidade são primordiais para a obtenção de dados críticos essenciais à pesquisa científica, ao monitoramento e à vigilância entomológica. Neste contexto, a armadilha MosqTent® modificada para a captura de simulídeos (MosqTent® Modificada [Simulídeos]) demonstrou eficiência, eficácia e efetividade para a obtenção desses vetores. Neste trabalho, apresentamos o instrutivo de confecção, montagem, instalação e operação da armadilha no campo. As informações para confecção estão detalhadas e ilustradas para melhor entendimento, para que possa ser confeccionada com autonomia. A armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos] é um produto específico e artesanal. As funções operacionais são de fácil manuseio na instalação e transporte, e utilização segura para o operador. Atualmente, esta metodologia é a mais segura disponibilizada para captura de simulídeos antropofílicos vivos, e não requer isca química ou superfície autoadesiva. De modo geral, a biossegurança, a qualidade da amostragem para a identificação específica, a implementação nas pesquisas e/ou monitoramentos entomológicos, manuseio, manutenção e durabilidade desta ferramenta para as atividades autônomas de campo, galgam os custos diretos de material e confecção, atribuindo benefícios de valores inestimáveis à saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: Autonomia técnica, vigilância entomológica, vetores e oncocercose.

MODIFIED MOSQTENT® TRAP [SIMULIDS] FOR USE IN THE CAPTURE OF ANTHROPOFILIC BLACKFLIES (DIPTERA: SIMULIIDAE) - MANUFACTURING TEMPLATE AND ASSEMBLY INSTRUCTION

ABSTRACT: Simuliids are cosmopolitan insects whose females, besides causing nuisance and discomfort through their bites, cause severe allergic reactions and transmit diseases, being important for public health. Some species of the genus *Simulium* transmit, among other etiological agents, the filarid *Onchocerca volvulus*, which causes river blindness, human onchocerciasis. The technologies that enable the collection of biotic vector samples with safety, bioethics and quality are essential for obtaining critical data essential to scientific research, monitoring and entomological surveillance. In this context, the modified MosqTent® trap for capturing simuliids (Modified MosqTent® [Simuliids]) demonstrated efficiency, efficacy and effectiveness for obtaining these vectors. In this work, we present the instruction for making, assembling, installing and operating the trap in the field. The information for confection is detailed and illustrated for better understanding, so that it can be made with autonomy. The Modified MosqTent® trap [Simuliids] is a specific and artisanal product, the operational functions are easy to handle when installing and transporting, and are safe for operator to use. Currently, this methodology is the safest available for capturing live anthropophilic simuliids, and does not require chemical bait or a self-adhesive surface. In general, biosafety, the quality of sampling for specific identification, the implementation in entomological research and / or monitoring, handling, maintenance and durability of this tool for autonomous field activities, increase the direct costs of material and confection, attributing priceless public health benefits.

KEYWORDS: Technical autonomy, entomological surveillance, vectors and onchocerciasis.

INTRODUÇÃO

Os simúlídeos são insetos dípteros, cosmopolitas, cujas fêmeas além de causarem incômodo e desconforto através de suas picadas, provocam reações alérgicas severas e transmitem doenças, o que os torna importantes para a saúde pública humana e veterinária, como insetos vetores ligados à água. Algumas espécies do gênero *Simulium* apresentam hábito antropofílico, podendo transmitir, entre outros agentes etiológicos, o filarídeo *Onchocerca volvulus*, causador da cegueira dos rios, a oncocercose humana (CROSSKEY, 1990). Além do interesse médico, outras espécies de hábito zoofílico são de interesse veterinário, ocasionando ataques de picadas que incomodam e dificultam as condições de trabalho no campo, causando grande assédio ao gado e aos animais domésticos, podendo motivar perdas econômicas ao afetar o gado leiteiro e de corte (MAIA-HERZOG, 1991).

Assim, a utilização de tecnologias que facilitem a coleta de amostras bióticas com segurança e qualidade é primordial para a obtenção dos dados críticos, essenciais ao monitoramento e à vigilância entomológica (CUPP et al., 2011). Neste sentido, alguns trabalhos foram publicados buscando tanto a eficácia e a eficiência, como também a efetividade para coleta de *Simulium* vetores, tais quais: a armadilha “Esperanza Window Trap”, que utilizou isca química comercial e impregnação com cola adesiva, que

desfavorece a observação da morfologia externa do exemplar, podendo constituir em um problema quando a composição da amostra é constituída por várias espécies, embora tenha se mostrado viável para coletas de *Simulium ochraceum* sl. no México (RODRÍGUEZ-PÉREZ et al., 2013) e *Simulium damnosum* sl. na África (LAURENT, et al., 2014). Várias outras armadilhas para captura de simúlideos foram testadas na África por Lamberton e colaboradores (2015), das quais, a “Armadilha de Oviposição Bellec” se mostrou capaz de viabilizar a captura de um grande número de fêmeas, apesar da maioria ser composta por nulíparas, podendo constituir em um problema para as análises epidemiológicas de vetoração.

No Brasil, pesquisadores do Laboratório de Referência Nacional em Simúlideos, Oncocercose e Mansonelose, do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, adaptaram para a captura de simúlideos à armadilha MosqTent®, desenvolvida inicialmente por LIMA et al (2017) para a captura de culicídeos. Este modelo modificado [Simúlideos] demonstrou total eficiência, eficácia e efetividade para a captura entomológica de vetores da oncocercose em área endêmica indígena e silvestre, quando comparado com as séries históricas de captura de vetores *Simulium*, estando ainda de acordo com Legislação Brasileira e Resolução do Conselho Nacional de Saúde N° 466 de dezembro de 2012, além de manter a integridade da amostra capturada (NASCIMENTO-CARVALHO et al., 2017).

Portanto, a armadilha MosqTent® Modificada [Simúlideos] é uma excelente ferramenta para a captura de amostras de simúlideos antropofílicos, destinadas entre outros fins para: a pesquisa científica; o monitoramento e a vigilância de espécies incômodas; o monitoramento e a vigilância de doenças vetoradas por *Simulium*, como a oncocercose. Sobretudo, a armadilha MosqTent® Modificada [Simúlideos] está em conformidade de uso com as normas de bioética e biossegurança vigentes no Brasil, podendo ainda, maximizar a obtenção de resultados das atividades em campo. Dada a gama de utilidade deste instrumento em várias frentes de conhecimento, neste trabalho detalhamos a armadilha MosqTent® Modificada [Simúlideos] para difundir o uso desta ferramenta, facilitando a sua compreensão, apresentando os materiais e metodologia de confecção, montagem, instalação e instruções de utilização da armadilha no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Características gerais

A armadilha MosqTent® Modificada [Simúlideos], foi modificada a partir de Lima et al. (2017). É uma armadilha portátil, leve e compacta que mede 2m x 2m x 2m (largura, comprimento e altura), confeccionada em tecido de poliéster multifilamentado branco (tipo tule tradicional ou filó) com trama de diâmetro específico de 2mm, garantindo uma barreira para as espécies antropofílicas de simúlideos. Quando dobrada, suas dimensões se tornam

compactas, medindo 0,50m x 0,50m [Fig. 1: (a) e (b)]. Pode ser operada por um ou mais técnicos-coletores. Para proteção e abrigo do técnico-coletor, pode ser presa por cordas de fixação a uma tenda tipo gazebo, na cor branca, de dimensões 3m x 3m x 2,5m de altura ou em quatro colunas de sustentação improvisadas, ou ainda em galhos de árvores a fim de formar um cubo [Fig. 1: (c) e (d)] (NASCIMENTO-CARVALHO et al., 2017).



Fig. 1: Armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos]: (a) fechada; (b) dobrada para o transporte; (c) gazebo (tenda) e (d) montada, fixada em gazebo. A unidade de medida informada na imagem é dada em centímetros.

A MosqTent® Modificada [Simulídeos] consiste em uma câmara interna, na qual o técnico-coletor/atrativo potencial humano fica protegido durante todo o período de amostragem. Neste caso, o técnico-coletor pode optar pela captura em tempo real ou capturar todos os simulídeos retidos na armadilha em um intervalo de tempo (LIMA et al., 2017). No caso da operação da armadilha por dois técnicos-coletores, o segundo deverá ficar na câmara externa, obedecendo a mesma opção de captura do técnico-coletor localizado na câmara interna (NASCIMENTO-CARVALHO et al., 2017). Os simulídeos também entram na armadilha através de espaços na parte inferior da câmara externa, que fica levantada a aproximadamente 30cm do chão (Fig. 2), onde ficam presos e/ou

enfrentam a barreira do tecido. Os simúlídeos tendem a voar e/ou caminhar para o topo das paredes da câmara externa. Assim, o formato trapezoidal superior dificulta a fuga do inseto. A carreira de pequenos orifícios horizontais na parede da câmara externa tem a função de facilitar a captura dos simúlídeos por meio do capturador de Castro (preferencialmente com filtro), mas, também permite a passagem eventual de alguns simúlídeos (Fig. 2). A câmara externa em formato de cubo, sem assoalho, tem acesso pelo técnico-coletor pela abertura de zíper duplo vertical. Na câmara interna, o técnico-coletor pode permanecer sentado atuando apenas como atrativo potencial ou também atuar como coletor (Fig. 2 e Fig. 3). Esta câmara interna em formato de cubo possui um assoalho que deve permanecer em contato com o chão, sendo acessado através da abertura de um zíper duplo vertical (Fig. 3).

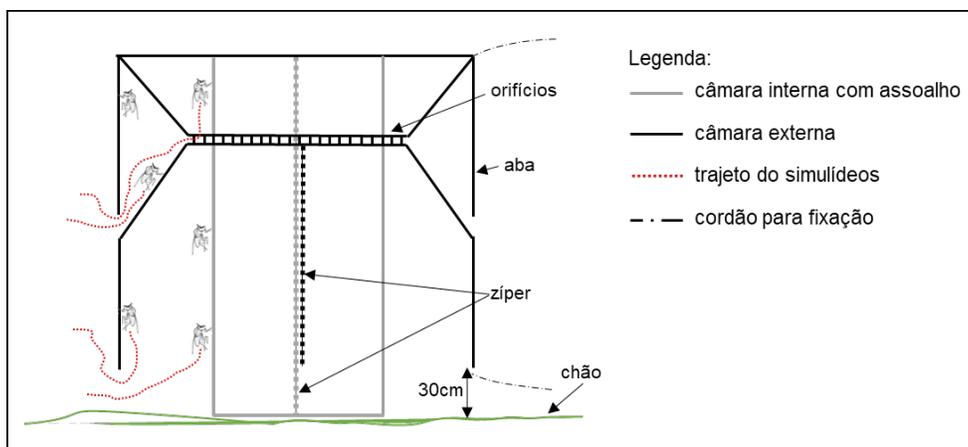
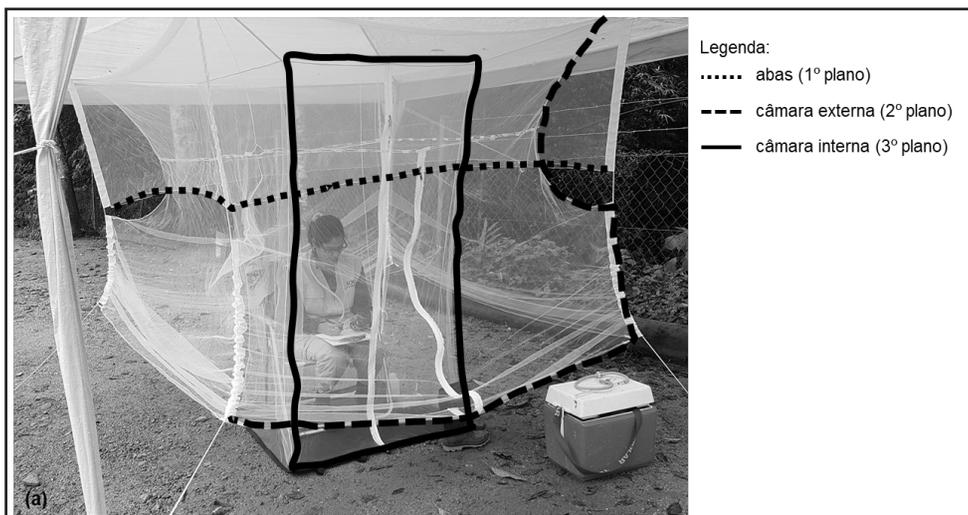


Fig. 2: Esquema da MosqTent® Modificada [Simúlídeos].



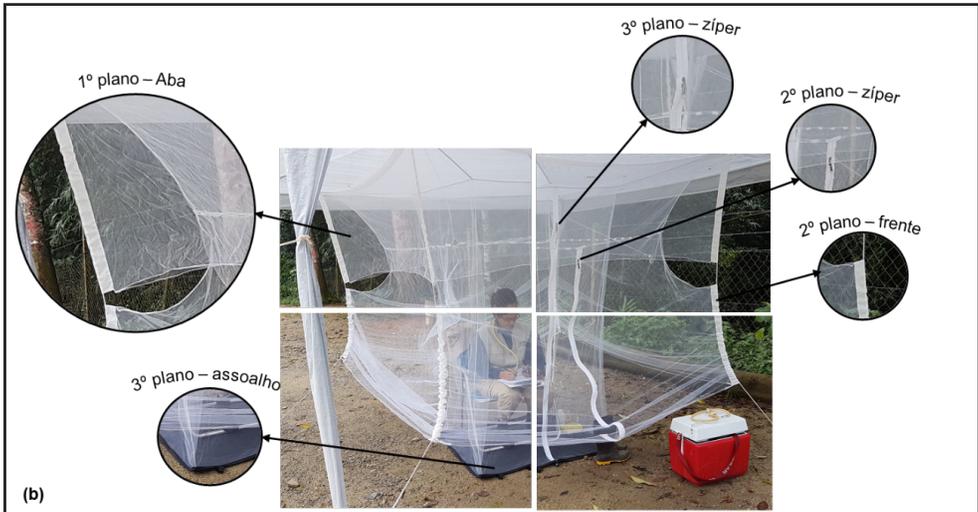


Fig. 3: Armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos]. (a) Técnico-coletor na câmara interna. (b) detalhes dos 1º, 2º e 3º planos.

Confeção da armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos]

Para a confeção da armadilha são necessários 20 metros de tecido com 3 metros de largura - poliéster multifilamentado branco (tecido mais resistente) ou tulle tradicional ou filó (tecido menos resistente), com trama em formato hexagonal de 2mm de diâmetro, específico para garantir uma barreira aos espécimes antropofílicos de simulídeos; 2 metros de tecido nylon fino branco com 1,5m de largura; 1 metro de tecido duratran (poliéster em policloreto de vinila - PVC) na cor preta com 1,4m de largura; 35 metros de cordão rabo de rato branco poliéster 4mm; 3,60 metros de zíper número cinco branco; 2 metros de zíper número oito preto; 2 unidades de cursor duplo número cinco; 2 unidades de cursor número oito; 7 metros de viés de algodão de 12mm branco [sugestão para reforço: adicionar 11,20 metros]; 5,60 metros de fita cadaço polipropileno de 30mm preto.

A armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos] é composta por onze moldes (Fig. 4). A seguir consta a descrição para confeção de cada peça/figura do molde:

Peça/Figura	Câmara	Quantidade	Medida (m)	Material
1 – teto	interna e externa	1	2,00 x 2,00	tecido de poliéster multifilamentado branco
2 – lateral e costa	Externa	3	2,00 x 1,60	tecido de poliéster multifilamentado branco
3 – frente	Externa	2	1,00 x 1,60	tecido de poliéster multifilamentado branco
4 – parte superior	Externa	4	2,00 x 0,60	tecido de poliéster multifilamentado branco

5 – abas	Externa	4	2,00 x 0,90	tecido de poliéster multifilamentado branco
6 – lateral e costa	Interna	3	1,00 x 2,00	tecido de poliéster multifilamentado branco
7 – frente	Interna	2	0,50 x 2,00	tecido de poliéster multifilamentado branco
8 – túnel do teto	Externa	4	0,03 x 1,90	tecido nylon fino branco
9 – túnel da lateral	Externa	4	0,10 x 1,17	tecido nylon fino branco
10 – túnel da aba	Externa	4	0,10 x 0,90	tecido nylon fino branco
11 – assoalho	Interna	1	1,00 x 1,00	tecido duratran preto

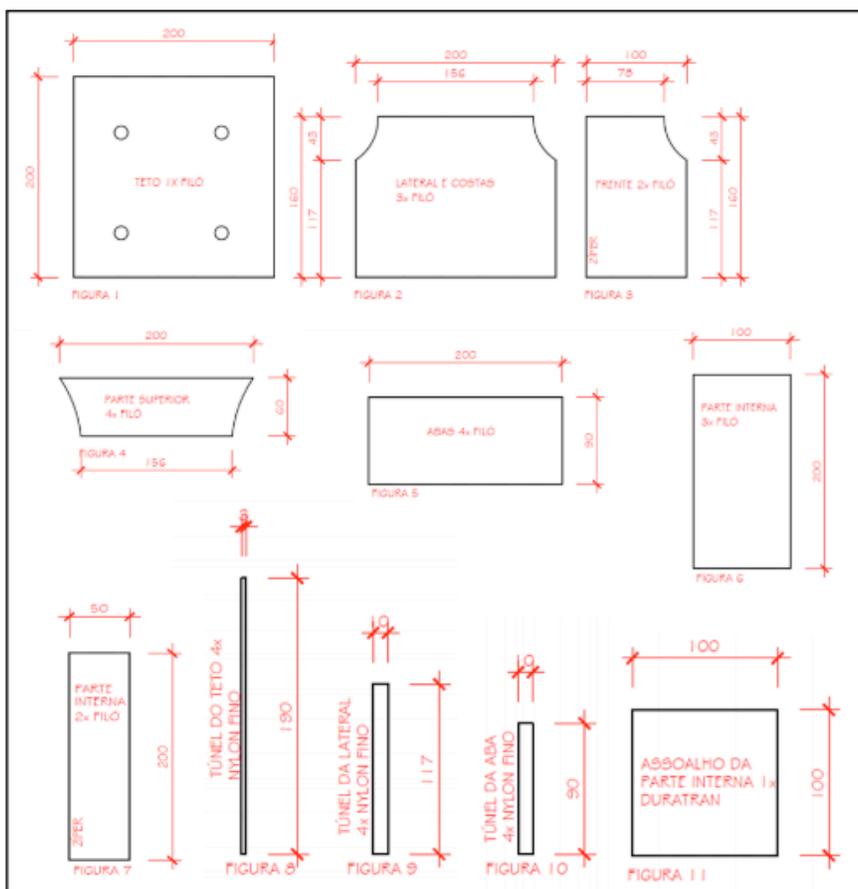


Fig. 4: Moldes para a confecção da armadilha MosqTent® Modificada [Simulideos]. A unidade de medida informada na imagem é dada em centímetros.

Instruções para montagem durante a confecção: cortar 312 pedaços do viés de algodão de 12mm com 2cm; unir as peças/figuras 8 nos quatro lados da peça 1 fazendo um túnel; unir as peças 3 com zíper número 5 (1,60m) [sugestão para reforço: adicionar viés de algodão (3,20m) em cada lado do zíper para impedir que o mesmo prenda no tecido

de poliéster multifilamentado durante o movimento do zíper, danificando o tecido]; unir as peças 4 com as peças 2 (e peça 3) com pedaços de viés de 2cm; unir cada peça 9 nas laterais das peças 2 (e peça 3) dobrando fazendo túnel; fechar as laterais (côncavo) das peças 2, 3 e 4; unir cada peça 5 sobre as peças 4; unir cada peça 10 nas laterais das peças 5 fazendo túnel; unir as peças 7 com zíper número 5 (2 metros) [sugestão para reforço: adicionar viés de algodão (4m) em cada lado do zíper]; unir a peça 7 com as peças 6 e unir a peça 11 na base (câmara interna); unir a câmara interna nas 4 marcações da peça 1; unir as peças 4 nos quatro lados da peça 1; unir o zíper número 8 na base da peça 11 dobrando [sugestão para reforço: adicionar viés de algodão (4m) em cada lado do zíper] e finalizando com a aplicação dos cadarços polipropileno fazendo 2 alças de mão e o acabamento do assoalho (peça 11); cortar 8 pedaços de cordão rabo de rato com 3 metros cada e passar 4 pedaços em cada túnel do teto (peça 8), e 4 pedaços nas laterais (passar pelo túnel das peças 9 e 10) (Fig. 5); fazer um nó nos cordões rabo de rato do túnel do teto e túnel da aba em cada canto (peça 1) [o restante do cordão rabo de rato pode ser emendado no canto superior e/ou inferior para fixação da armadilha].

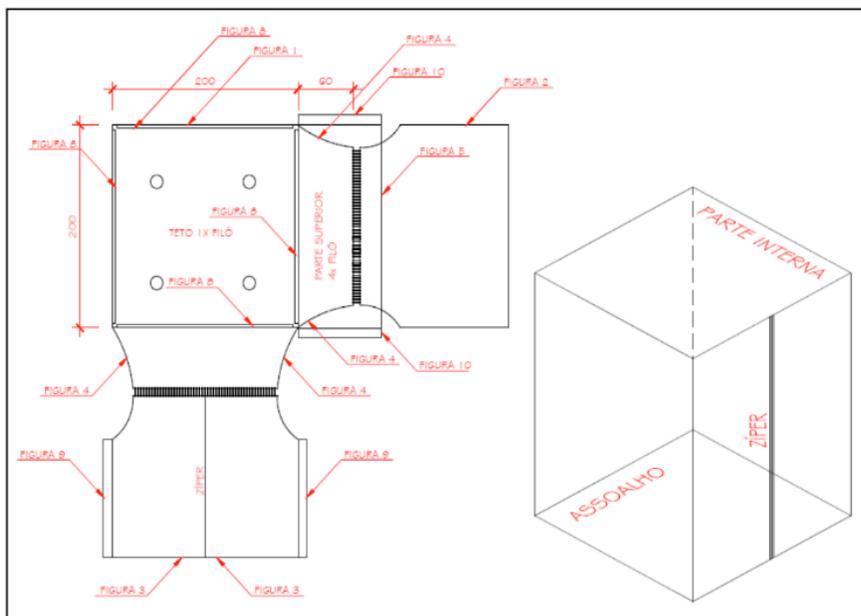


Fig. 5: Gabarito para a confecção da armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos]. A unidade de medida informada na imagem é dada em centímetros.

Conformidade do tipo de tecido

A escolha do tecido utilizado para a confecção da armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos] influenciará diretamente na captura dos simulídeos adultos. É sabido que os

adultos de simuliídeos são pequenos e medem de 1 a 5mm de comprimento (COSCARÓN, 1981). Os vetores da oncocercose no Brasil, *Simulium guianense*, *S. incrustatum* s.l.; *S. oyapockense* s.l. e *S. exiguum* (SHELLEY et al., 2010) medem em média de 2 a 3mm de tamanho da frente ao ápice da genitália. Outras espécies, por exemplo, *S. pertinax* e *S. nigrimanum*, que são conhecidos por suas picadas incômodas e dolorosas, e por atacar habitualmente em enxames as populações humanas, medem em média 3mm (SHELLEY et al., 2010). Neste sentido, a escolha do tecido com uma superfície de contato espessa e com 2mm de diâmetro (Fig. 6), confere uma barreira, impedindo a passagem direta do simuliídeo. Uma superfície fina pode desestabilizar o contato do simuliídeo com a superfície, fazendo com que o inseto voe antes de ser possível a captura. Diâmetros maiores que 2,5mm são inapropriados para a captura das espécies supracitadas, pois o espécime passará livremente pelo tecido não encontrando uma barreira que possa fazê-lo pousar no tecido ou ficar preso na câmara externa, impossibilitando a captura.

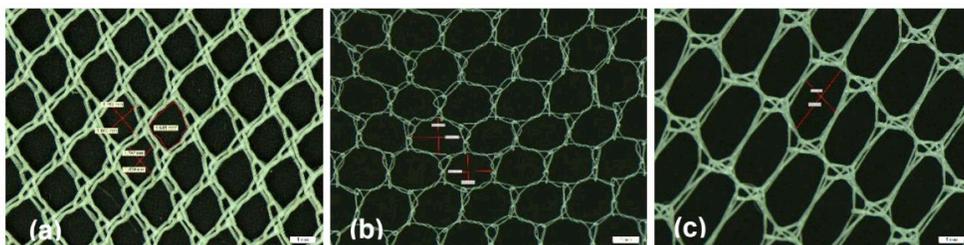


Fig. 6: Imagens dos tipos de tecidos: (a) tecido de poliéster multifilamentado branco com trama espessa e diâmetro ≈ 2 mm, mais resistente e em conformidade com o instrumento aprovado; (b) tecido tule tradicional ou filó branco com trama fina e diâmetro ≈ 2 mm, menos resistente e em conformidade com o instrumento aprovado; (c) tecido de poliéster multifilamentado branco com trama espessa e diâmetro >2 mm, mais resistente e não conforme com o instrumento aprovado.

Recomendação de uso

É recomendado que a MosqTent® Modificada [Simuliídeos] seja instalada em local próximo ao criadouro de simuliídeos na fase imatura (ovo, larva e pupa), ou seja, em ambientes lóticos dulcícolas com bastante oxigenação, tais como rios, córregos, cachoeiras, igarapés etc. A instalação da armadilha MosqTent® Modificada [Simuliídeos] em áreas habitadas por humanos e/ou animais, também é recomendada, visto que as fêmeas podem se deslocar por voo a distâncias de em média 10km à procura de hospedeiros (COLLINS et al., 1992).

Os simuliídeos antropofílicos são atraídos para a MosqTent® Modificada [Simuliídeos] pela percepção sensorial do(s) técnico(s)-coletor(es) protegido(s). Um técnico-coletor fica dentro da câmara interna, enquanto o outro faz a ronda na câmara externa da armadilha, capturando os simuliídeos pousados na parte externa. Alguns simuliídeos, eventualmente, pousam na tenda tipo gazebo e podem ser capturados. Os simuliídeos pousam no tecido

malha de poliéster multifilamentado branco da armadilha e encontra uma barreira de passagem, neste momento o técnico-coletor deve aspirar o simulídeo utilizando o capturador de Castro. O técnico-coletor de dentro da câmara interna irá capturar eventuais simulídeos que transpassem a barreira. Para a captura dos simulídeos adultos, aproxime o capturador de Castro ao local da armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos] onde o simulídeo está pousado, sem movimentos bruscos, com cuidado para o simulídeo não voar, e aspire-o. Na sequência, sobre o simulídeo no recipiente apropriado “gaiola de campo para díptera” – vazio para mantê-lo vivo ou com o meio de conservação apropriado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos] é um instrumento que consiste em um produto específico e artesanal, possui costuras reforçadas e zíperes costurados com reforço para melhor durabilidade. As funções operacionais são de fácil manuseio na instalação e transporte, pesando menos de 1kg (Fig. 7), e oferecendo utilização segura para o técnico-coletor. Possui especificidade em atrair, enclausurar e facilitar a captura de simulídeos, além de conferir integridade aos exemplares capturados. Possui sensibilidade, pois permite a captura de simulídeos em situação de baixa densidade de exemplares. Também concede segurança, pois envolve a figura humana, protegendo o técnico-coletor vulnerável às picadas de simulídeos ou outros insetos vetores de doenças.



Fig. 7: Armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos] compactada (0,50 x 0,25m) pela amarra de barbante, a fim de reduzir o tamanho para o transporte.

O custo do material para confecção da armadilha MosqTent® Modificada [Simulídeos] é compensado pela segurança disponibilizada para a captura de simulídeos antropofílicos vivos. Quando comparado às demais metodologias, o custo também acaba sendo beneficiado pela possibilidade de reutilizações da armadilha, pois o investimento é realizado uma única vez e não requer manutenção com isca química de uso comercial ou

superfície autoadesiva descartável. Já o custo de manutenção da MosqTent® Modificada [Simulídeos] é baixo, dependendo apenas de pequenos reparos. O custo de mão de obra para a confecção não foi atribuído, pois dependerá da forma de preparação, podendo ser completamente manual ou com a utilização de maquinário e reforço manual. De modo geral, a biossegurança do técnico-coletor, a qualidade da amostragem para a identificação específica, a factível implementação nas pesquisas e/ou monitoramentos entomológicos, o fácil manuseio, manutenção e durabilidade a longo prazo, galgam os custos diretos de material e confecção, atribuindo benefícios que agregam valores inestimáveis à saúde pública.

REFERÊNCIAS

COLLINS R.C. et al. **Microepidemiology of Onchocerciasis in Guatemala: Dispersal and Survival of *Simulium ochraceum***. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene. 47(2):147–55, 1992.

COSCARÓN, S. **Fauna de agua dulce de la República Argentina: Insecta Díptera: Simuliidae**. Buenos Aires: Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 1981. v. XXXVIII.

CROSSKEY, R. **The natural history of blackflies**. Chichester; 1990. (John Wiley & Sons Ltd).

CUPP E.W., SAUERBREY M., RICHARDS F. **Elimination of human onchocerciasis: history of progress and current feasibility using ivermectin (Mectizan®) monotherapy**. Acta Tropica, 120 (Suppl. 1), S100L 108, 2011.

LAMBERTON P.H.L. et al. **Onchocerciasis Transmission in Ghana: Persistence under Different Control Strategies and the Role of the Simuliid Vectors**. PLOS Neglected Tropical Diseases, 9 (4): e0003688, 2015.

LAURENT D.T. et al. **Optimization of the Esperanza window trap for the collection of the African onchocerciasis vector *Simulium damnosum sensu lato***. Acta Tropica, 137: 39-43, 2014.

LIMA J.B.P. et al. **MosqTent: Na individual portable protective double-chamber mosquito trap for anthropophilic mosquitoes**. PLOS Neglected Tropical Diseases. 11(3): e0005245. doi:10.1371/journal.pntd.0005245, 2017.

MAIA-HERZOG M. **Estudos comparativos de *Simulium* (Psaroniocompsa) *incrustatum* e *Simulium* (Psaroniocompsa) *yarzabali* (Diptera: Simuliidae)**. [Rio de Janeiro]: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; 1991.

NASCIMENTO-CARVALHO, E. S. et al. **A new methodology for sampling blackflies for the entomological surveillance of onchocerciasis in Brazil**. PLoS one, v. 12, n. 7, p. e0179754, 2017.

RODRÍGUEZ-PÉREZ M.A. et al. **Development of a novel trap for the collection of black flies of the *Simulium ochraceum* complex**. PLoS ONE, 8,e76814, 2013.

SHELLEY, A. et al. **The blackflies (Diptera: Simuliidae) of Brazil**. [s.l.] Pensoft Publishers, 2010. v. 6.

FREQUÊNCIA E PERFIL DE SENSIBILIDADE ANTIMICROBIANA DE BACIOS ENTÉRICOS ISOLADOS DA CAVIDADE BUCAL DE PACIENTES HIV SOROPOSITIVOS

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 05/05/2021

Alexandre Pontes de Mesquita

Universidade Federal do Ceará
Campus Sobral
Sobral-Ceará

<http://lattes.cnpq.br/2261611402961184>

Antônio Romilson Pires Rodrigues

Universidade Federal do Ceará
Campus Sobral
Sobral-Ceará

<http://lattes.cnpq.br/0309627639242144>

Francisco César Barroso Barbosa

Universidade Federal do Ceará
Campus Sobral
Sobral-Ceará

<http://lattes.cnpq.br/3251670003132829>

RESUMO: A cavidade oral pode servir como reservatório de vários microrganismos, inclusive de enterobactérias, que agem como patógenos oportunistas, capazes de causar danos à saúde de indivíduos imunocomprometidos, como no caso de pacientes HIV/Aids. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a frequência e o perfil de sensibilidade antimicrobiana de bacilos entéricos isolados da cavidade bucal de pacientes HIV soropositivos atendidos pelo projeto de extensão Sorriso Positivo do curso de Odontologia da Universidade Federal do Ceará/Campus Sobral; assim como, correlacionar esses achados à condição de saúde bucal, carga viral, quantidade

de células CD4+ e uso de antirretrovirais, dentre outras variáveis como: faixa etária, gênero, hábitos de higiene bucal, tabagismo, uso de próteses dentárias e lesões bucais. A coleta de dados foi realizada através de exames clínicos intra e extraorais, avaliação de dados extraídos de prontuário médico e coleta de saliva para análise microbiológica. Foram examinados 50 pacientes, tendo sido isoladas enterobactérias da saliva de 10 (20%) indivíduos, sendo *Klebsiella pneumoniae* (60%) o microrganismo prevalente, seguido de *Enterobacter cloacae* (20%), *K. oxytoca* (10%) e *Escherichia coli* (10%). A maioria dos microrganismos foi resistente à ampicilina e sensível à colistina e amicacina. Observou-se uma maior frequência de isolamento desses microrganismos em pacientes com mais de 30 anos de idade, do gênero masculino, que usavam prótese dentária e com lesões orais. Entretanto, os resultados demonstraram menor frequência dessas bactérias em pacientes com carga viral indetectável e com quantidade de linfócitos T CD4+ maior 500 células/mm³. Portanto, fatores locais e sistêmicos podem estar relacionados com o aumento da frequência de bacilos entéricos na cavidade bucal. Além disso, ressalta-se a necessidade de se avaliar o perfil de sensibilidade desses microrganismos, uma vez que muitos deles são resistentes a múltiplas drogas e podem causar infecções graves em pacientes imunossuprimidos pelo HIV.

PALAVRAS-CHAVE: Aids; HIV; Enterobactérias; Saliva; Resistência antimicrobiana.

FREQUENCY AND PROFILE OF ANTIMICROBIAL SENSITIVITY OF ENTERIC BACILES ISOLATED FROM THE BUCAL CAVITY OF HIV-SOROPOSITIVE PATIENTS

ABSTRACT: The oral cavity can serve as a reservoir for various microorganisms, including enterobacteria, which are opportunistic pathogens capable of causing harm to the health of immunocompromised individuals, as in the case of HIV/AIDS. Thus, the aim of this study was to evaluate the frequency and antimicrobial sensitivity profile of enteric rods isolated from the oral cavity of HIV-positive patients treated by the Smile Positive extension project of the Dental School of the Federal University of Ceará /Campus Sobral; as well as correlating these findings with oral health condition, viral load, CD4 + cell count and antiretroviral use, among other variables such as age, gender, oral hygiene habits, smoking, use of dental prostheses and oral lesions. Data were collected through intra and extraoral clinical examinations, evaluation of data extracted from medical records and saliva collection for microbiological analysis. Fifty patients were examined, enteric rods were isolated from saliva of 10 (20%) individuals, with *Klebsiella pneumoniae* (60%) being the prevalent microorganism, followed by *Enterobacter cloacae* (20%), *K. oxytoca* (10%) and *Escherichia coli* (10%). Most microorganisms were ampicillin resistant and sensitive to colistin and amikacin. A greater frequency of isolation of these microorganisms was observed in male patients over 30 years old who used dental prosthesis and had oral lesions. However, the results showed a lower frequency of these bacteria in patients with undetectable viral load and with a higher CD4 + T lymphocyte count 500 cells/mm³. Therefore, local and systemic factors may be related to the increased frequency of enteric bacilli in the oral cavity. In addition, the need to evaluate the sensitivity profile of these microorganisms is emphasized, as many of them are resistant to multiple drugs and can cause serious infections in HIV-suppressed patients.

KEYWORDS: AIDS; HIV; Enterobacteria; Saliva; Antimicrobial resistance.

1 | INTRODUÇÃO

A cavidade oral humana abriga mais de 700 espécies de diferentes bactérias e é um dos ecossistemas mais complexos já descritos (Paster *et al*, 2006; Zaura *et al*, 2009). Devido à sua acessibilidade, a comunidade microbiana oral tornou-se um dos sistemas microbianos humanos mais bem estudados (Kolenbrander, 2000; Kolenbrander *et al*, 2002; kolenbrander *et al*, 2010; kuramitsu *et al*, 2007). Investigações sobre o desenvolvimento e formação de biofilmes microbianos orais multiespécies, revelaram o antagonismo ou interações interespécies sinérgicas entre essas bactérias (Kolenbrander *et al*, 2010; kuramitsu *et al*, 2007). Por sua vez, isso levou à avaliação das implicações das interações interespécies nas doenças bucais, como cárie dentária e periodontite (Zawadzki *et al*, 2016).

Evidências indicam que a microbiota indígena desempenha vários papéis na fisiologia do hospedeiro. Ao contrário da microbiota intestinal, que é normalmente considerada um agente ativo de saúde (O'Hara e Shanahan, 2006), a microbiota bucal é frequentemente implicada em doenças, como a cárie e doenças periodontais (Uehara *et al*, 2001^a). Embora

os fatores do hospedeiro tenham implicação em desempenhar um papel significativo na formação de comunidades microbianas, evidências crescentes também sugerem que a comunidade microbiana oral pode desenvolver mecanismos de resistência para proteger seu domínio e manter sua estabilidade (Rawls *et al*, 2006).

A microbiota bucal é notavelmente estável em indivíduos saudáveis, mas mudanças significativas podem ocorrer em indivíduos que enfrentam doenças sistêmicas graves. Um desequilíbrio na microbiota comensal pode ocorrer em imunossuprimidos ou sob antibioticoterapia, favorecendo o crescimento de alguns microrganismos e causando infecções oportunistas (Back-Brito *et al*, 2011; Dahle'n, 2006).

Microrganismos da família *Enterobacteriaceae* foram minuciosamente investigados no campo médico e são conhecidos por sua patogenicidade em humanos; entretanto, essas bactérias são consideradas patógenos oportunistas na cavidade oral. Portanto, a cavidade bucal pode servir como reservatório destas bactérias, que podem comprometer gravemente a vida de indivíduos imunocomprometidos (Back-Brito *et al*, 2011; Barbosa *et al*, 2001; Barbosa *et al*, 2006; Brito *et al*, 2001; Santos *et al*, 2002; Senpuku *et al*, 2003; Silva *et al*, 2016).

A supressão da microbiota oral por abuso ou uso intensivo de antibióticos pode facilitar uma colonização persistente da cavidade bucal por microrganismos oportunistas. Além disso, infecções causadas por esses organismos podem ser difíceis de tratar como resultado da resistência bacteriana a uma variedade de antibióticos. Microrganismos entéricos demonstraram níveis significativos de resistência para todos os β -lactâmicos, exceto imipenem e meropenem, e tetraciclina devido à presença dos genes de resistência *bla* e *tet* (Silva *et al*, 2016; Marie *et al*, 2016).

A atuação do vírus da imunodeficiência humana (HIV) no seu hospedeiro é caracterizada pela deterioração gradual das funções do sistema imune, nitidamente sobre os linfócitos T auxiliares, cuja membrana externa apresenta a proteína CD4. O processo de reprodução do vírus depende da fixação e fusão entre o envoltório externo (gp120) e a membrana celular de linfócitos T auxiliares, macrófagos e células relacionadas do sistema imunológico que possuam em sua superfície a proteína CD4. A Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (Aids) ocorre como consequência da ação do vírus HIV no organismo. Esse vírus destrói o sistema imunológico do corpo, invadindo as células T auxiliares tipo CD4, fundamentais na ativação da resposta imune, deixando esses indivíduos mais suscetíveis a infecções oportunistas (Savi, 1999).

Alguns estudos relataram a associação entre bacilos entéricos e ulcerações orais em pacientes HIV soropositivos, mas essa associação pode não ser necessariamente causal, pois enterobactérias podem ser invasores secundários (Marie *et al*, 2016; Savi, 1999). Fatores locais e sistêmicos parecem estar correlacionados com o aumento desses patógenos oportunistas na cavidade bucal. Entretanto, a frequência dessas bactérias entre os isolados orais varia entre indivíduos com diferentes condições de saúde oral e sistêmica

em todo o mundo (Back-Brito et al, 2011; Panutti *et al*, 2001; Silva *et al*, 2016).

O Centro de Referência em Infectologia de Sobral (CRIS) está inserido na Atenção Especializada do município e atende pacientes da macrorregião, abrangendo Sobral e mais 54 municípios. No CRIS fazem-se atendimento e acompanhamento de pessoas que vivem com HIV/Aids, hepatites virais B e C e outras IST (Infecções Sexualmente Transmissíveis), pessoas com tuberculose, toxoplasmose e leishmaniose. Oferecendo os serviços de consultas médicas, atendimento multiprofissional e dispensação de medicamentos.

Dessa forma, já existem evidências da ocorrência de enterobactérias na cavidade bucal de pacientes HIV soropositivos, mas a prevalência desses bacilos pode ser diferente entre diferentes populações, uma vez que estudos relataram maior frequência desses microrganismos na cavidade bucal de indivíduos normosistêmicos habitantes de países em desenvolvimento (Back-Brito *et al*, 2011; Barbosa *et al*, 2001; Silva *et al*, 2016). Além disso, há carência de dados correlacionando a presença dessas bactérias com carga viral, quantidade de linfócitos T CD4⁺, uso de antirretrovirais e condições de saúde bucal. Portanto, o objetivo desse trabalho foi verificar a frequência de bacilos entéricos na cavidade bucal de pacientes HIV/Aids habitantes da região Norte do Ceará e analisar o perfil de sensibilidade a antibacterianos; além de tentar correlacionar a presença desses bacilos com lesões na cavidade oral, uso de antirretrovirais, carga viral e quantidade de células CD4⁺.

Assim sendo, nossa hipótese é que haja uma maior frequência de bacilos entéricos, na cavidade oral de pacientes HIV soropositivos e que esses microrganismos sejam resistentes a diferentes antibióticos, uma vez que o uso frequente desses medicamentos por essa população pode alterar o equilíbrio da microbiota oral e influenciar no perfil de sensibilidade antimicrobiana.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi descritivo, com abordagem quantitativa, caracterizando-se por ser um estudo transversal, em que os dados relativos a cada indivíduo expressam aquela população no momento da coleta.

A pesquisa foi realizada nos meses de Agosto a Outubro de 2019, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) (Parecer N° 3.434.217 - ANEXO I). Foram realizados exames clínicos e coletas de saliva dos pacientes HIV soropositivos atendidos pelo Projeto de Extensão “Sorriso Positivo”, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e Consentimento Pós Informado (Apêndice I). O referido projeto tem parceria com a Rede de Solidariedade Positiva – Núcleo Sobral/CE e presta atendimento odontológico a indivíduos HIV/Aids atendidos pelo CRIS. Foram excluídos do estudo pacientes, cuja severidade da doença impossibilitava a realização do exame da cavidade bucal e a coleta de saliva.

Os pacientes foram examinados em relação à presença de cárie, doenças

periodontais e lesões na cavidade bucal. O exame odontológico consistiu em análise da cavidade oral por meio de inspeção dos dentes, das mucosas labial e jugal, assoalho de boca, língua, palato duro, palato mole, gengiva e região de glândulas salivares maiores a fim de identificar possíveis anormalidades. Tendo sido realizado por dois examinadores, sob luz artificial focada, utilizando-se de espátula de madeira e equipamentos de proteção individual, respeitando-se rigorosamente as normas vigentes de biossegurança e outras normas adotadas no local de pesquisa.

Os dados em relação à carga viral, quantidade de células T CD4⁺ e medicação antirretroviral foram avaliados a partir dos prontuários disponibilizados pelo CRIS.

Para obtenção dos dados referentes à faixa etária, gênero, hábito de fumar, higiene bucal, uso de próteses dentárias foi realizada entrevista com os pacientes e as informações foram registradas em fichas individuais específicas (Apêndice II).

Para a coleta de saliva, foi dado a cada paciente um frasco estéril contendo 10 ml de solução salina estéril tamponada com fosfato (PBS; 0,1M, pH 7,2). Os indivíduos foram instruídos a realizar um bochecho por 60 segundos com a solução salina e depois expectorá-la no frasco estéril. Depois, as amostras foram transportadas para o laboratório de microbiologia da UFC/*Campus* Sobral obedecendo ao prazo máximo de 3 horas após a coleta.

Para o isolamento do microrganismo, uma alíquota de 10 µl da amostra foi inoculada em ágar MacConkey usando ponteira estéril e pipetador. Então, as placas foram incubadas em estufa bacteriológica em aerobiose a 37°C por 24 horas. Após este período, as amostras foram removidas da estufa bacteriológica, e observou-se se havia crescimento bacteriano. Nas placas em que houve crescimento, utilizou-se alça de Drigalski estéril para coleta das diferentes unidades formadoras de colônia e procedeu-se a nova semeadura em ágar MacConkey, para obtenção de colônias isoladas. Logo após, as placas foram incubadas novamente (37°C/24 h). Após crescimento, foram então removidas colônias isoladas das placas e inoculadas em 5 ml de caldo BHI (*Brain Heart Infusion*) e incubadas de novo em estufa bacteriológica em aerobiose (37°C por 18 horas). Após este período, foi confirmada a pureza das amostras através da observação das características morfo-tintórias e foram repassados 200 µl de cada amostra para tubos eppendorfs contendo BHI com glicerol a 40% para armazenamento e preservação das amostras em freezer (-80°C) para posterior processamento.

A identificação definitiva dos microrganismos foi realizada pelo sistema automatizado VITEK®2 (BioMérieux, Marcy-l'Etoile, France). O teste de suscetibilidade antimicrobiana foi executado utilizando o método de microdiluição no sistema automatizado VITEK®2 / AES (AST- N239 cartão), de acordo com as instruções do fabricante. Os isolados foram cultivados em ágar MacConKey e incubados a 37°C durante 24 horas. Após crescimento bacteriano, foi realizado o preparo padronizado da suspensão bacteriana e o inóculo foi introduzido no equipamento através de uma microtubulação por aspiração. A suspensão

foi automaticamente dirigida para um cartão plástico fechado com 64 poços contendo concentrações específicas de antimicrobianos liofilizados que disponibilizou o resultado de Concentração Inibitória Mínima (CIM). O VITEK®2 possui software específico que emite relatório das análises.

Todos os resultados encontrados foram relacionados com as variáveis de interesse desse estudo e os dados foram avaliados através do *software Microsoft Excel 2016* e apresentados em gráficos e tabelas.

3 | RESULTADOS

Durante o período do estudo foram avaliados 50 pacientes, 31 homens (62%) e 19 mulheres (38%), distribuídos em diferentes faixas etárias, sendo que a maioria (86%) tinha mais de 30 anos de idade. Em relação aos hábitos de higiene oral, 23 (46%) pacientes relataram realizar escovação duas vezes ao dia e quanto ao hábito de fumar, 20 (40%) disseram nunca ter fumado. A maioria dos pacientes (84%) fazia uso regular da medicação antirretroviral e 60% (n=30) não usavam prótese dentária (Tabela 1).

Foi observado lesões na cavidade oral de 10 (20%) pacientes. Destes, 9 (90%) apresentaram candidíase pseudomembranosa, um tinha além desta lesão eritema gengival linear e em outro paciente foi observado estomatite aftosa (Tabela 1).

VARIÁVEIS	Nº	%
Gênero		
Masculino	31	62
Feminino	19	38
Faixa Etária		
0-14 anos	0	0
15-29 anos	7	14
30-44 anos	23	46
45 anos ou mais	20	40
Hábitos de higiene oral (escova pelo menos 1x/dia)		
0 x/dia	1	2
1 x/dia	7	14
2 x/dia	23	46
3 ou mais x/dia	19	38
Fumo		
Fumante	15	30

Nunca fumou	20	40
Ex-fumante (pelo menos 1 ano)	15	30
Uso da terapia antirretroviral		
Regular	42	88
Irregular/Abandono	2	4
INE*	6	12
Uso de próteses dentárias		
Sim	20	40
Não	30	60
Presença de lesões orais		
Sim	10	20
Não	40	80

*INE = Informações não encontradas.

Tabela 1. Características da amostra estudada. Pacientes com HIV/AIDS atendidos no município de Sobral, Ceará, Brasil, 2019

(N = 50).

Do total de pacientes analisados, 10 (20%) albergavam bacilos entéricos na cavidade oral, oito homens e duas mulheres, todos tinham mais de trinta anos. A maioria relatou (60%) realizar escovação 2 vezes ao dia, 3 (30%) deles eram fumantes e todos faziam uso da terapia antirretroviral. Houve um maior percentual de uso de prótese dentária (50%) pelos pacientes infectados com bacilos entéricos do que pelos não infectados (37,5%). Observou-se maior prevalência de candidíase entre os pacientes com enterobactérias do que entre os demais indivíduos (Tabela 2).

VARIÁVEIS	INFECTADOS		NÃO INFECTADOS	
	N	%	N	%
Gênero				
Masculino	8	80	23	57,5
Feminino	2	20	17	42,5
Faixa etária				
0-14 anos	0	0	0	0
15-29 anos	0	0	7	17,5
30-44 anos	5	50	18	45
45 anos ou mais	5	50	15	37,5

Hábitos de higiene oral (escova pelo menos 1x/dia)				
0 x/dia	0	0	1	2,5
1 x/dia	1	10	6	15
2 x/dia	6	60	17	42,5
3 ou mais x/dia	3	30	16	40
Fumo				
Fumante	3	30	12	30
Nunca fumou	5	50	15	37,5
Ex-fumante (pelo menos 1 ano)	2	20	13	32,5
Uso da terapia antirretroviral				
Regular	10	100	32	80
Irregular/Abandono	0	0	2	5
INE*	0	0	6	15
Uso de próteses dentárias				
Sim	5	50	15	37,5
Não	5	50	25	62,5
Presença de lesões				
Sim	5	50	5	12,5
Não	5	50	35	87,5

*INE = Informações não encontradas.

Tabela 2. Comparação entre pacientes infectados com bacilos entéricos e não infectados.

Os resultados deste estudo demonstraram que houve relação entre a ocorrência de enterobactérias na cavidade bucal e a quantidade de linfócitos T CD4⁺ e carga viral, tendo sido observado nos pacientes com carga viral indetectável menor frequência dessas bactérias (9,5%), enquanto que nos paciente que estavam com carga viral acima de 10.000 cópias/ml, 41,6% apresentaram crescimento bacteriano (Tabela 3). Em relação à quantidade de linfócitos T CD4⁺, nos paciente com contagem acima de 500 céls./mm³ houve presença de enterobactérias na saliva de 15% deles. Por outro lado, nos pacientes que apresentavam contagem de linfócitos T CD4⁺ entre 50 e 200 céls./mm³, houve detecção de bacilos entéricos em 50% desses indivíduos (Tabela 4).

Carga Viral	Total	Infectados		Não infectados	
	n	n	%	n	%
Indetectável	21	2	9,5	19	90,5
<10.000	10	4	40	6	15
10.000 -100.000	2	1	50	1	50
>100.000	4	1	25	3	75
INE*	13	15,3	20	11	84,7

*INE = Informações não encontradas.

Tabela 3. Comparação da carga viral de pacientes infectados com bacilos entéricos e não infectados.

Células TCD4+	Total	Infectados		Não infectados	
	n	N	%	N	%
>500	20	3	15	17	85
200-500	12	2	16,6	10	83,4
50-200	6	3	50	3	50
<50	1	1	100	0	0
INE*	11	2	18,1	9	81,9

*INE = Informações não encontradas.

Tabela 4. Comparação da carga viral de pacientes infectados com bacilos entéricos e não infectados.

Dos dez pacientes infectados com bacilos entéricos, *Klebsiella pneumoniae* foi o microrganismo prevalente tendo sido isolado da saliva de 6 (60%) indivíduos, seguido de *Enterobacter cloacae* encontrado em 2 (20%) pacientes. Além disso, de um indivíduo foi isolado *Escherichia coli* e de outro *Klebsiella oxytoca*.

Em relação ao perfil de sensibilidade antimicrobiana, todos os bacilos entéricos analisados foram resistentes à ampicilina, exceto um isolado de *E. coli* que foi sensível a todos os antibióticos testados. Todos os microrganismos apresentaram sensibilidade à amicacina e à colistina, embora um dos isolados de *E. cloacae* não tenha sido testado frente à colistina. Além disso, *K. oxytoca* apresentou resistência apenas a ampicilina, mas dois isolados de *K. pneumoniae* foram resistentes a maioria dos antimicrobianos, apresentando sensibilidade somente para amicacina e colistina (Tabelas 5 e 6).

Microorganismo	AMI	AMP	ASB	TIG	CPM	CFO	CAZ	CRO
<i>K. pneumoniae</i> (6)	S(6)	R(6)	S(3) R(3)	S(4) R(1) I(1)	S(3) R(3)	S(4) R(2)	S(3) R(3)	S(3) R(3)
<i>Klebsiella oxytoca</i> (1)	S	R	S	S	S	S	S	S
<i>Escherichia coli</i> (1)	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Enterobacter cloacae</i> (2)	S(2)	R(2)	R(2)	S(1)	R(1) S(1)	R(1)	R(1)	R(1) S(1)

Tabela 5. Sensibilidade antimicrobiana de bacilos entéricos isolados da saliva de pacientes HIV/Aids.

Microorganismo	CFU	CRX	CIP	COL	GEN	IPM	MER	PPT
<i>Klebsiella pneumoniae</i> (6)	S(3) R(3)	S(3) R(3)	S(3) R(3)	S(6)	S(3) R(3)	S(4) R(2)	S(4) R(2)	S(3) R(3)
<i>Klebsiella oxytoca</i> (1)	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Escherichia coli</i> (1)	S	S	S	S	S	S	S	S
<i>Enterobacter cloacae</i> (2)	R(1) I(1)	R(2)	S(2)	S(1)	S(2)	S(1)	S(2)	S(2)

S= Sensível; I= Sensibilidade Intermediária; R= Resistente

AMI (Amicacina); AMP (Ampicilina); ASB (Ampicilina/Sulbactam); TIG (Tigeciclina);

CPM (Cefepima); CFO (Cefoxitina); CAZ (Ceftazidima); CRO (Ceftriaxona);

CFU (Cefuroxima); CRX (Cefuroxima/Axetil); CIP (Ciprofloxacina);

COL (Colistina); GEN (Gentamicina); IPM (Imipenem); MER (Meropenem);

PPT (Piperacilina/Tazobactam)

Tabela 6. Sensibilidade antimicrobiana de bacilos entéricos isolados da saliva de pacientes HIV/Aids.

4 | DISCUSSÃO

Embora estudos sobre a ocorrência de bacilos entéricos na cavidade oral de pacientes HIV soropositivos não sejam usuais, investigações desse tipo são de extrema importância devido ao caráter de multidroga resistência dessas bactérias. Além disso, a cavidade bucal pode servir de reservatório para esses patógenos, que podem agir como oportunistas e causar severas infecções em pacientes imunossuprimidos.

No presente estudo a frequência de isolamento de bacilos entéricos encontrada nos pacientes HIV soropositivos (20%) foi menor do que a observada por Back-Brito *et al.* (2011) (77,7%) que analisaram pacientes HIV soropositivos no estado de São Paulo. Assim como, também foi menor do que a relatada por Santos *et al.* (2002) (43,18%) que também detectaram essas bactérias na cavidade bucal de indivíduos habitantes de São Paulo, mas que não eram HIV soropositivos. Contudo, a frequência encontrada nessa pesquisa é semelhante aos dados obtidos por Brito *et al.* (2016) (23,3%) que analisou a ocorrência de bacilos entéricos na cavidade bucal de escolares no município de Sobral, Ceará. Esse dado pode ser explicado pela variação na ocorrência de enterobactérias entre diferentes

populações habitantes de países em desenvolvimento (Back-Brito *et al.*, 2011; Barbosa *et al.*, 2001; Panutti *et al.*, 2001; Senpuku *et al.*, 2003).

Nesta pesquisa, *K. pneumoniae* foi o microrganismo prevalente entre os bacilos entéricos na saliva de pacientes HIV/Aids, diferente dos resultados encontrados por Back-Brito *et al.* (2011) e Brito *et al.* (2016) cujo *E. cloacae* foi o microrganismo mais frequente. Contudo, Silva *et al.* também encontraram uma maior prevalência de *K. pneumoniae* no biofilme formado sobre próteses dentárias de pacientes atendidos no Centro de Especialidades Odontológicas de Sobral – CE.

Houve prevalência desses microrganismos em homens, corroborando os dados relatados por Barbosa *et al.* (2001) e Brito *et al.* (2016), diferente do que foi descrito por Silva *et al.* que observou maior frequência desses organismos em mulheres.

Quanto à sensibilidade antimicrobiana, somente amicacina e colistina inibiram todos os microrganismos analisados nesta pesquisa, diferente dos dados relatados por Silva *et al.* que todos os bacilos entéricos foram sensíveis à ciprofloxacina e imipenem. Entretanto, observamos que 30% dos isolados neste estudo foram resistentes ao ciprofloxacino e 20% ao imipenem. Por outro lado, Brito *et al.* (2016) relataram que o antibiótico mais efetivo contra enterobactérias isoladas da saliva foi tobramicina.

Brito *et al.* (2016) afirmaram que a presença de enterobactérias pode estar associada a hábitos de higiene oral. Contudo, no presente estudo, esta relação não pôde ser estabelecida, uma vez que, a maioria dos pacientes em que houve a ocorrência desses microrganismos relatou realizar escovação bucal duas ou três vezes ao dia.

Em relação ao uso de próteses dentárias e presença de bacilos entéricos, Silva *et al.* (2016) relataram que vários fatores contribuem no processo de colonização dessas por esses microrganismos, dentre eles, a higienização precária, falta de orientação adequada ao paciente, diminuição na capacidade motora e falta de produtos adequados para realizar a limpeza correta da prótese, além do uso destes por tempo maior do que o recomendado. Nesta pesquisa, metade dos pacientes que albergavam enterobactérias na cavidade bucal usavam próteses.

Não houve relação entre a presença desses microrganismos na cavidade oral e o hábito de fumar, corroborando os resultados de Santos *et al.* (2002) e Back-Brito *et al.* (2011).

5 | CONCLUSÃO

Os resultados sugerem que fatores locais e sistêmicos podem estar relacionados com o aumento da frequência de bacilos entéricos na cavidade bucal, ressaltando a importância deste sítio como reservatório de patógenos oportunistas.

Além disso, ressalta-se a necessidade de se avaliar o perfil de sensibilidade desses microrganismos, uma vez que muitos deles são resistentes a múltiplas drogas e podem

causar infecções graves em pacientes imunossuprimidos pelo HIV.

REFERÊNCIAS

1. Back-brito, G. N., Narana, V., El, R., Maria, S., Querido, R., Sole, S., ... Jose, E. F. (2011). **Staphylococcus spp., Enterobacteriaceae and Pseudomonadaceae oral isolates from Brazilian HIV-positive patients . Correlation with CD4 cell counts and viral load.** 6, 2–7.
2. Barbosa FC, Irino K, Carbonell GV, Mayer MP. **Characterization of serratia marcescens isolates from subgingival biofilm, extra-oral infections and environment by prodigiosin production, serotyping, and genotyping.** Oral Microbiol Immunol.2006;21:53-60.
3. Barbosa FCB, Mayer MPA, Saba-Chujfi E, Cai S. **Subgingival occurrence and antimicrobial susceptibility of enteric rods and pseudomonads from Brazilian periodontitis patients.** Oral Microbiol Immunol. 2001;16:306-10.
4. Brito, A. M. De, Ayres, E., Castilho, D., & Landmann, C. (2001). **AIDS e infecção pelo HIV no Brasil : uma epidemia multifacetada AIDS and HIV infection in Brazil : a multifaceted epidemic.** 34(2), 207–217.
5. Celepkolu, T., Rezani, İ., Gamze, P., Bucaktepe, E., Sen, V., Dogan, M. S., ... Ismail, Y. (2014). **A microbiological assessment of the oral hygiene of 24-72-month- old kindergarten children and disinfection of their toothbrushes.** 1–7.
6. Dahle´n G. **Microbiological diagnostics in oral diseases.** Acta Odontol Scand 2006;64(3):164–8.
7. Kolenbrander, P. (2000) **Oral microbial communities: biofilms, interactions, and genetic systems.** Annu Ver Microbiol 54: 413–437.
8. Kolenbrander, P.E., Andersen, R.N., Blehert, D.S., Egland, P.G., Foster, J.S. and Palmer, R.J. Jr (2002) **Communication among oral bacteria.** Microbiol Mol Biol Rev 66: 486–505.
9. Kolenbrander, P.E., Palmer, R.J., Periasamy, S. and Jakubovics, N.S. (2010) **Oral multispecies biofilm development and the key role of cell–cell distance.** Nat Ver Microbiol 8: 471–480.
10. Kuramitsu, H.K., He, X., Lux, R., Anderson, M.H. and Shi, W. (2007) **Interspecies interactions within oral microbial communities.** Microbiol Mol Biol Rev 71: 653–670.
11. Maria, B., Brito, G., Isaac, F., Gomes, F., Cesar, F., & Barbosa, B. (2016). **Prevalence and Susceptibility of Enterobacteriaceae Isolated from the Saliva of Students from the Northeast of Brazil.** Global Journal of Medical Research: C Microbiology and Pathology 2016; 16.
12. Marie, M., Ramos, B., Gaetti-jardim, E. C., & Junior, E. G. **Resistance to tetracycline and β -lactams and distribution of resistance markers in enteric microorganisms and pseudomonads isolated from the oral cavity.** 2010;17, 13–18.
13. O'Hara, A.M. and Shanahan, F. (2006) **The gut flora as a forgotten organ.** EMBO Rep 7: 688–693.

14. Panutti CM, Lotufo RFM, Cai S, Freitas NM, Ferraro AQ. **Prevalência de microrganismos superinfetantes na placa bacteriana supragengival de deficientes mentais institucionalizados.** Rev Pos Grad Fac Odontol Univers São Paulo 2001;8(1):35–9.
15. Paster, B.J., Olsen, I., Aas, J.A. and Dewhirst, F.E. **The breadth of bacterial diversity in the human periodontal pocket and other oral sites.** Periodontol 2000 2006(42): 80–87.
16. Rawls, J.F., Mahowald, M.A., Ley, R.E. and Gordon, J.I. (2006) **Reciprocal gut microbiota transplants from Zebrafish and mice to germ-free recipients reveal host habitat selection.** Cell 127: 423–433.
17. Santos SSF, Loberto JCS, Martins CAP, Jorge AOC. **Prevalência e sensibilidade in vitro de Enterobacteriaceae e Pseudomonas isoladas da cavidade bucal e bolsa periodontal de pacientes com periodontite crônica.** Pós-Grad Rev Odontol 2002;5(2):74–83.
18. Savi, M. **Dinâmica da Interação entre o Sistema Imunológico e o Vírus HIV.** CAT.1999; 15(15-26).
19. Senpuku H, Sogame A, Inoshita E, Tsuha Y, Miyazaki H, Hanada N. **Systemic disease in association with microbial species in oral biofilm from elderly requiring care.** Gerontology 2003;49(5):301–9.
20. Silva, S. S., Ribeiro, M. D. O., Isaac, F., Gomes, F., Vasconcelos, H., Alfredo, A., Zdv, D. (2016). **Occurrence and antimicrobial susceptibility of enteric rods and pseudomonads isolated from.** *J Appl Oral Sci.* 2016;24(5):462-71.
21. Uehara, Y., Kikuchi, K., Nakamura, T. et al. (2001a) **H2O2 Produced by viridans group Streptococci may contribute to inhibition of methicillin-resistant Staphylococcus aureus colonization of oral cavities in newborns.** Clin Infect Dis 32: 1408–1413.
22. Zaura, E., Keijsers, B., Huse, S. and Crielaard, W. (2009) **Defining the healthy “core microbiome” of oral microbial communities.** BMC Microbiol 9: 259.
23. Zawadzki, P. J., Perkowski, K., Starościak, B., Dybicz, M., Baltaza, W., Pionkowski, K., & Chomicz, L. (2016). **Original papers Evaluation of selected oral cavity microbiota – risk factors of management complications in patients with masticatory system disorders.** Annals of Parasitology 2016, 62(1), 71–76.

UTILIZAÇÃO DE PROBIÓTICOS PARA TRATAMENTO OU PREVENÇÃO DE AFECÇÕES CUTÂNEAS INFLAMATÓRIAS ASSOCIADAS À DISBIOSE

Data de aceite: 01/07/2021

Data de submissão: 24/06/2021

Juliana Maria dos Santos Ribeiro

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Instituto de Biodiversidade e Florestas
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/1628742893901053>

Lucas Alvarenga da Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Instituto de Biodiversidade e Florestas
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/1994501216728179>

Thalis Ferreira dos Santos

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Instituto de Biodiversidade e Florestas
Santarém, Pará
<http://lattes.cnpq.br/4212001504561883>

Renan Monteiro do Nascimento

Universidade de Brasília (UnB), Instituto de Ciências Biológicas
Brasília, Distrito Federal
<http://lattes.cnpq.br/9523018821022568>

RESUMO: O objetivo deste estudo é fazer uma revisão narrativa sobre as doenças inflamatórias da pele, abordando a influência da microbiota intestinal e dérmica, e a perspectiva do uso de probióticos no tratamento desses distúrbios. Esse estudo se concentrou em três doenças comuns

de pele: dermatite atópica, psoríase e acne vulgar. Estudos mostram que o desenvolvimento dessas patologias está relacionado à disbiose cutânea causada por fatores ambientais ou mesmo por um desequilíbrio fisiológico associado à microbiota intestinal. O tratamento dessas afecções se concentra no uso de antibióticos e antiinflamatórios, no entanto medidas que buscam a homeostase da microbiota cutânea e intestinal têm ganhado destaque. A administração de cepas probióticas para tratar essas enfermidades é uma abordagem promissora por interferir no processo de colonização de patógenos e modular a resposta imunológica inflamatória. Nesse sentido, foram observados diversos trabalhos destacando as potencialidades dessa abordagem como na restauração da microflora intestinal e cutânea, inibição de patógenos e produção de metabólitos que reduzem os sintomas da inflamação. No entanto, essa linha de investigação merece ser aprofundada em populações maiores e mais diversificadas, buscando refinar o entendimento a respeito dos mecanismos de ação, além da padronização da dosagem, seleção da linhagem mais adequada e período de tratamento para cada patologia.

PALAVRAS-CHAVE: Pele, dermatite, psoríase, acne, tratamento.

USE OF PROBIOTICS FOR TREATMENT OR PREVENTION OF INFLAMMATORY SKIN DISEASES ASSOCIATED WITH DYSBIOSIS

ABSTRACT: The aim of this study is to carry out a narrative review on inflammatory skin diseases,

addressing the influence of the intestinal and dermal microbiota, and the perspective of the use of probiotics in the treatment of these disorders. This study focused on three common skin conditions: atopic dermatitis, psoriasis, and acne vulgaris. Studies show that these pathologies are related to cutaneous dysbiosis caused by environmental factors or even a physiological imbalance associated with intestinal microbiota. Treatment focuses on antibiotics and anti-inflammatory drugs, however measures that seek the homeostasis of the cutaneous and intestinal microbiota have gained prominence. The administration of probiotic strains to treat these diseases is a promising approach as it interferes with the colonization process of pathogens and modulates an inflammatory immune response. Several studies have highlighted the potential of this approach in restoring intestinal and skin microflora, inhibiting pathogens and producing metabolites that reduce inflammation symptoms. However, these findings should be deepened in larger and more diversified populations, in order to refine the understanding of the mechanisms of action, in addition to standardizing dosage, selecting the most appropriate strain and treatment period for each pathology.

KEYWORDS: Skin, dermatitis, psoriasis, acne, treatment.

1 | INTRODUÇÃO

A pele é o maior órgão do corpo humano e tem comunicação direta com o ambiente externo e interno, tornando-se propensa a diversos distúrbios, como inflamações crônicas (KERR, 2010). Embora muitas dessas condições não resultem em risco a vida (RUBSAM, 2015), elas geram muitos desconfortos e interferem na auto imagem, na autoestima e no bem-estar do indivíduo (RODRIGUEZ-CERDEIRA *et al.*, 2011). Estresse, desequilíbrio nutricional, poluição, distúrbios no sistema imunológico, inflamações e alterações na homeostase cutânea são os principais motivos que promovem o surgimento de doenças inflamatórias de pele (KIM *et al.*, 2013; GRAAUW *et al.*, 2015; BERGER E STEINHOX, 2011; HUYNH *et al.*, 2013). Pesquisas apontam que a composição da microbiota cutânea está relacionada a muitas doenças dermatológicas, incluindo, mas não se limitando, a dermatite atópica (DA), acne vulgar e psoríase (TRIVEDI, 2012; GRICE, 2014).

A dermatite atópica é uma inflamação crônica e pruriginosa, que acomete 20% das crianças e 2 a 5% dos adultos (BARBAROT *et al.*, 2018). As principais causas estão associadas a anormalidades na barreira cutânea, como a perda da proteína estrutural filagrina (EYERICH e NOVAK, 2013), o uso exagerado de produtos de limpeza (CORK *et al.*, 2009), e infecções bacterianas por *Staphylococcus spp.*, *Corynebacterium* e *Propionibacterium spp.* (DOMINGUEZ-BELLO *et al.*, 2010). Já a acne vulgar é um distúrbio inflamatório pilosebáceo, caracterizado pela intensa produção de sebo, pápulas foliculares não inflamatórias ou cravos, e, na sua forma mais severa, por pápulas inflamatórias, pústulas e nódulos (BHATE e WILLIAMS, 2013; FIGUEIREDO *et al.*, 2011). Ela geralmente é associada à disbiose microbiana, em que a quantidade da bactéria *Propionibacterium acnes*, residente natural da microbiota cutânea, cresce devido a super produção de ácidos graxos e sebo, induzindo mediadores inflamatórios (ROSENTHAL *et al.*, 2011; BHATE e

WILLIAMS, 2013). A acne vulgar afeta quase toda a população em qualquer momento da vida, porém é mais frequente em adolescentes, com cerca de 90% de incidência (FIGUEIREDO *et al.*, 2011). A psoríase, por sua vez, é uma doença crônica, inflamatória, caracterizada por pápulas ou placas eritematosas e escamosas, geralmente localizadas nos cotovelos, joelhos, pés, mãos, região sacral e couro cabeludo ou mesmo em todo o corpo, com períodos de exacerbações, remissões e recorrências (LAURENCETTI e ABREU, 2017). Ela afeta cerca de 2% da população mundial (RODRIGUES e TEIXEIRA, 2009), e embora estudos acerca das causas da psoríase não sejam conclusivos, a microbiota da pele tem sido bastante associada a essa patogênese, visto que gêneros bacterianos como *Propionibacterium*, *Corynebacterium*, *Staphylococcus* e *Streptococcus* foram identificados em maiores quantidades nas placas crônicas da psoríase em comparação a pele saudável (ALEKSEYENKO *et al.*, 2013). Não há comprovações que essa alteração seja a principal responsável pelo aparecimento dessa patologia, no entanto é sabido que a modificação da microbiota pode levar a ativação do sistema imunológico e, eventualmente, no surgimento de doenças inflamatórias (BENHADOU *et al.*, 2019).

Os tratamentos convencionais para essas doenças envolvem antibióticos, anti-inflamatórios e imunossupressores tópicos e orais e técnicas cirúrgicas menores (WOLLENBERG *et al.*, 2016), no entanto, essas abordagens apresentam limitações e podem apresentar efeitos adversos, incluindo resistência microbiana, no caso dos antibióticos (RUBSAM, 2015). Terapias integrativas estão sendo a nova aposta no tratamento dessas enfermidades a exemplo uso de cepas probióticas com efeitos positivos e sem complicações no tratamento de dermatite atópica, acne vulgar e psoríase.

Probióticos são microrganismos administrados por diversas vias e em quantidades previamente padronizadas, para promover efeitos benéficos à saúde do seu hospedeiro (HILL, 2014). O mercado de probióticos tem tido bastante sucesso nos últimos anos, impulsionado pelo crescente aumento do interesse do consumidor por produtos alternativos à abordagem medicamentosa. O mercado global de moduladores da microbiota da pele foi avaliado em 541,1 milhões de dólares em 2019 e deve crescer mais 2,97 bilhões de dólares até 2030 segundo a Research and Markets (2020).

Diante disso, o presente estudo buscou fazer uma revisão narrativa sobre as doenças inflamatórias da pele, dermatite atópica, acne e psoríase, abordando a influência da microbiota intestinal e dérmica, e a perspectiva do uso de probióticos no tratamento desses distúrbios.

2 | MICROBIOTA SAUDÁVEL DA PELE

A pele é o maior órgão humano, e possui um ecossistema dinâmico capaz de suportar diversos microrganismos, cuja grande maioria é inofensiva e desempenha um papel significativo por auxiliar na exclusão competitiva de patógenos e no processamento

de proteínas e ácidos graxos (GRICE e SEGRE, 2011). A heterogeneidade saudável da microbiota cutânea compreende a compartimentalização desses microrganismos em camadas distintas da pele e diferentes sítios do corpo humano, além da variabilidade temporal, com microrganismos residentes e transitórios (GRICE *et al.*, 2009). Eventualmente, microrganismos comensais podem desencadear patologias a depender do estado imunológico do hospedeiro, predisposição genética e/ou local onde estão inseridos (BELKAID e TAMOUTOUNOUR, 2016).

O bacterioma da pele é composto principalmente por quatro filos de bactérias, a saber, Actinobacteria, Firmicutes, Proteobacteria e Bacteroidetes, com destaque para os gêneros *Corynebacterium*, *Propionibacterium* e *Staphylococcus* (GRICE *et al.*, 2009).

A quantidade de microrganismos existente na pele depende de uma variedade de fatores físicos, como número e tamanho de folículos e glândulas, a função das glândulas, o fluxo de secreção, pH da pele, integridade da barreira cutânea e o potencial osmótico; e fatores bioquímicos, que incluem micronutrientes derivados do sebo, do suor e os produzidos por meio da atividade metabólica de alguns microrganismos, a exemplo *Staphylococcus spp.* (KRUTMANN, 2009).

O desequilíbrio da quantidade e diversidade de microrganismos da pele tornou-se foco de estudo da fisiopatologia de doenças inflamatórias crônicas como acne, dermatites e eczemas.

3 | DERMATITE ATÓPICA

A dermatite atópica (DA) ou eczema atópico é uma doença inflamatória crônica cutânea que envolve fatores genéticos e imunológicos, e fatores ambientais que rompem a barreira epidérmica (BOGUNIEWICZ e LEUNG, 2011). Um determinante genético bem conhecido é a deficiência da proteína estrutural filagrina, que é responsável por agregar a queratina e outras proteínas nas camadas mais superficiais da pele para a formação do estrato córneo (CORK *et al.*, 2009).

As causas ambientais contribuem com o desenvolvimento de DA através da poluição, onde componentes particulados tóxicos são os principais responsáveis por estimularem processos de estresse oxidativos e produção de citocinas pró-inflamatórias, resultando em disfunções na barreira cutânea ou desregulação imunológica (GATHERWRIGHT *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2013; KATHURIA e SILVERBERG, 2016). Além disso, o uso de produtos de higiene contribui de forma importante para o desenvolvimento dessa patologia pois podem levar a uma ruptura na barreira cutânea (CORK *et al.*, 2009). Sabonetes e detergentes estão relacionados com casos de DA por conta do seu pH alcalino, que destrói a camada lipídica da pele, elevando o pH natural cutâneo e promovendo um ressecamento e irritação no local (FERNANDES *et al.*, 2011). O pH acima de 8 é capaz de levar a barreira da pele a um colapso, favorecendo o crescimento de espécies patogênicas (VOLOCHTCHUK *et al.*,

2000; ANANTHAPADMANABHAN *et al.*, 2004).

Infecções secundárias em peles já danificadas por fatores externos constituem importante causa de DA. Em cerca de 72% dos pacientes com DA, a infecção secundária foi causada por *S. aureus*, 16% por *S. pyogenes*, e 14% apresentam culturas mistas (MACK e NEBUS *et al.*, 2012).

Adicionalmente, o desequilíbrio na produção de citocinas Th1 e Th2 e a diminuição da população de células T reguladoras, estão implicados como mecanismos imunológicos desencadeadores de DA (BAQUERIZO *et al.*, 2014).

Os tratamentos convencionais para dermatite atópica se concentram inicialmente na hidratação da pele em todos os tipos de manifestação da doença (MENGEAUD *et al.*, 2015; RUBEL *et al.*, 2013). O produto deve ser isento de fragrância, conservantes e substâncias sensibilizantes, além de conter princípios ativos e componentes que se encontram diminuídos na pele com DA, como ceramidas, glicerina, ácidos graxos e ésteres de colesterol (RUBEL *et al.*, 2013; EICHENFIELD *et al.*, 2014; WOLLENBERG *et al.*, 2016). O controle da inflamação pode requerer o uso de corticosteroides os quais possuem um valor de mercado baixo, entretanto apresentam efeitos adversos resultantes do uso prolongado (CARVALHO *et al.*, 2017). Fototerapia, ciclosporina e corticosteroides orais são terapias de segunda linha recomendadas para os casos mais intensos (SITTART e PIRES, 2007).

O controle de agentes infecciosos é extremamente importante, visto que a infecção bacteriana causada por *S. aureus* é um dos motivos principais do surgimento de DA. Para isso, recomenda-se o uso de antibióticos tópicos, como a mupirocina associados ou não a anti-inflamatórios, entretanto o uso profilático ou por período prolongado pode levar a resistência microbiana (CARVALHO *et al.*, 2017; OLLENBERG *et al.*, 2016). Nos pacientes em que a doença se manifesta repetidamente, a cultura bacteriana pode determinar um tratamento mais específico (RYAN *et al.*, 2013).

3.1 Acne vulgar

A acne vulgar é uma patologia da unidade pilossebácea da pele e se manifesta em cravos não inflamatórios ou lesões inflamatórias cutâneas, como pústulas e pápulas (BHATE e WILLIAMS, 2013). Quatro fatores caracterizam a acne: superprodução de sebo, hiperqueratinização folicular, colonização bacteriana e o aumento de citocinas inflamatórias (THIBOUTOT *et al.*, 2009). Além disso, acredita-se que a espécie *Propionibacterium acnes* induz a resposta inflamatória, levando ao aparecimento de lesões na pele (BHATE e WILLIAMS, 2013). Investigações sobre o papel da espécie comensal *P. acnes* propõe que essa bactéria é predominante na unidade pilossebácea e uma importante produtora de ácidos graxos livres na superfície cutânea, por meio da hidrólise de triglicerídeos, mantendo o pH da pele baixo, inibindo a proliferação de espécies patogênicas, com *S. aureus* (GRICE e SEGRE, 2011; SHU *et al.* 2013) sendo crucial para a homeostase da pele. No entanto, o excesso de oleosidade pode estimular a proliferação exacerbada de *P.*

acnes, levando a um desequilíbrio. Essa bactéria acaba se prendendo nos poros entupidos devido a hiperqueratinização, promovendo as manchas inflamatórias da acne (HETTWER *et al.*, 2018). Os cravos surgem a partir da oxidação do excesso de sebo e da melanina dos queratinócitos mortos, tornando-os pretos (SCHIMIDT e GANS, 2011). *P. acnes* é capaz de se ligar aos receptores Toll like 2 dos monócitos resultando na produção de citocinas inflamatórias como interleucina-12 (IL-12) e IL-8. Diferentes filotipos de *P. acnes* desempenham um papel determinante na gravidade da lesão da acne, intensificando sua proliferação (KIM *et al.*, 2002; SUGISAKI *et al.*, 2009; JASSON *et al.*, 2013; FITZ-GIBBON *et al.*, 2013).

O uso de antibióticos e anti-inflamatórios tem sido a base do tratamento de acne há mais de 40 anos. Clindamicina, eritromicina e tetraciclina são alguns dos antimicrobianos mais recomendados, segundo especialistas, principalmente na fase inflamatória aguda (THIBOUTOT *et al.*, 2009; DRÉNO *et al.*, 2014; EICHENFIELD *et al.*, 2013; THIBOUTOT *et al.*, 2018). Já para o tratamento tópico, recomenda-se a combinação de retinoide tópico, BPO ou uma terapia combinada (ADLER *et al.*, 2017). No entanto, esse tratamento acaba afetando não só o alvo patogênico, como também outras bactérias que fazem parte do microbioma cutâneo, tornando a pele vulnerável (HETTWER *et al.*, 2018). Ressalta-se que não se deve usar antibióticos como monoterapia para o tratamento de acne vulgar, devido a rápida resistência microbiana após semanas ou meses de uso.

3.2 Psoríase

A psoríase consiste em uma inflamação crônica de pele, caracterizada pela hiperproliferação de queratinócitos, hiperqueratose, inflamação cutânea e angiogênese, resultando em uma pele com placas espessas e escamosas. Não é transmissível, no entanto, é dolorosa, desfigurante e incapacitante, o que causa grande impacto negativo sobre a qualidade de vida dos pacientes e sendo ainda incurável. Sua etiologia é incerta muito embora evidências científicas a relacionem com predisposição genética (FEINGOLD e GRUNFELD, 2012; IHME, 2012; HARDEN *et al.*, 2015).

Apesar de aparentar ser apenas uma patologia dermatológica, afetando a pele, unhas e o couro cabeludo, a inflamação da psoríase afeta diferentes sistemas orgânicos, sendo considerada uma entidade sistêmica, além de estar associada a diversos distúrbios (SOMMER *et al.*, 2006). Estudos indicam que indivíduos com psoríase apresentam maior risco de desenvolver condições clínicas mais graves, como doenças cardiovasculares e outras doenças não transmissíveis (VENA *et al.*, 2010; AUGUSTIN *et al.*, 2015; BOEHNCKE e SCHÖN, 2015). Cerca de 11% dos pacientes diagnosticados com doença inflamatória intestinal são diagnosticados com psoríase, e essa associação agrava ambos os casos (HUANG *et al.*, 2012; EPPINGA *et al.*, 2014; TAKESHITA *et al.*, 2017). Clinicamente, a psoríase apresenta manifestações recorrentes de placas eritematosas nitidamente demarcadas, mas raramente provoca risco à vida (MARI *et al.*, 2017). A maioria das

evidências sugere a participação de linfócitos Th17 e a produção de IL-13 e IL-17 em processos desencadeadores dessa patologia (GAFFEN *et al.*, 2015).

Como ainda é uma doença sem cura, apenas os sintomas são tratados, e para isso, segundo a OMS (2016), o tratamento convencional consiste em três terapias principais para as manifestações cutâneas: tópica, fototerapia e sistêmica. Para casos leves, o tratamento tópico é o mais recomendado, por meio de pomadas, cremes, loções, géis e espumas. Esses produtos contêm: i) análogos da vitamina D, que estimulam a diferenciação dos queratinócitos, inibindo a proliferação epidérmica e modificando a resposta imune pela ligação aos receptores da vitamina D. ii) corticosteroides, que possuem ação anti-inflamatória; imunossupressora, reduzindo secreções das linfocinas; vasoconstritora, que reduz o eritema; antipruriginosa, inibindo da sensibilização do mastócito, da liberação de mediadores e da imunoglobulina IgE. A administração de retinóides tópicos também é indicado para controle inflamatório e, se associado a algum outro método, obtém resultado mais potente (MARTINS e CHAUL, 2009). Caso nenhum desses tratamentos tenha eficácia, é necessário a utilização de fototerapia, com luz UV. Em manifestações moderadas a graves, as drogas mais utilizadas são metotrexato, ciclosporina, acitretina e etretinato. Em alguns países, outras terapias sistêmicas são disponibilizadas, como agentes biológicos e ésteres de ácido fumárico (MANSOURI, PATEL e MENTER, 2013).

4 | RELAÇÃO DO INTESTINO COM DOENÇAS DE PELE

A microbiota intestinal desenvolve funções fisiológicas fundamentais do ponto de vista nutricional e para o desenvolvimento das defesas do corpo. Análises metagenômicas têm revelado as interações ecológicas no ambiente intestinal e mostrado associações entre o desequilíbrio da microbiota desse ambiente e doenças humanas (WEINSTOCK, 2012).

A microbiota intestinal produz muitos metabólitos que podem entrar na circulação e afetar diversos setores do corpo. Quando a barreira epitelial do intestino se rompe, ocorre a chamada “síndrome do intestino permeável” (SIP), levando à penetração de moléculas imunogênicas, incluindo dietéticos e toxinas bacterianas. Esses antígenos, por sua vez, podem se acumular na pele, causando inflamações crônicas na derme e falhas na função de barreira (MAGUIRE e MAGUIRE, 2017). Evidências apontam que esse desequilíbrio microbiano intestinal pode ser observado em patologias inflamatórias da pele, como dermatite atópica (KIM *et al.*, 2014; RATHER *et al.*, 2016), acne vulgar (BOWE e LOGAN, 2011) e psoríase (HIDALGO-CATABRANA *et al.*, 2019; TAN *et al.*, 2018), evidenciando a importância do eixo intestino-pele (LEE *et al.*, 2018; O’NEILL *et al.*, 2016).

Estudos mostram que em casos onde a disbiose intestinal foi associada à Dermatite Atópica houve uma clara redução de ácidos graxos de cadeia curta, os quais estão envolvidos na manutenção da barreira da mucosa do intestino (REDDEL *et al.*, 2019; SONG *et al.*, 2016). Já o desenvolvimento da psoríase costuma estar associado ao desequilíbrio

de determinadas espécies na microbiota intestinal e a consequente indução de um estado inflamatório causado pela ativação de células Th17 (OMENETTI e PIZARRO, 2015). Scher *et al.*, (2015) identificaram a redução de espécies comensais benéficas dos gêneros *Parabacteroides* e *Coprobacillus*, em pacientes com psoríase e artrite psoriática comparável ao que é observado em pacientes com a doença do intestino irritado. A presença reduzida de filos benéficos pode se traduzir em consequências funcionais, incluindo regulação deficiente das respostas imunes intestinais que podem afetar sistemas de órgãos distantes.

No caso da acne vulgar, existe uma associação antiga entre a alimentação e a doença. Estudos afirmam que uma alta carga glicêmica impulsiona a produção de um fator semelhante à insulina (IGF-1) que promove a proliferação de sebócitos e queratinócitos, bem como a indução da síntese de lipídeos nas glândulas sebáceas (DEPLEWSKI e ROSENFELD, 2000). Como os microrganismos do intestino produzem IGF-1 (YAN *et al.*, 2016), é esperado que a alimentação altere a microbiota intestinal, consequentemente, induzindo a produção desse fator e desencadeando mudanças na qualidade e/ou quantidade lipídeos produzidos nos folículos e glândulas (SMITH *et al.*, 2006), isso acaba favorecendo o crescimento bacteriano de espécies patogênicas, como *P. acnes*, e resulta na perturbação da homeostase cutânea e no surgimento de acne vulgar (DENG *et al.*, 2018).

Devido a associação entre microbiota intestinal e patologias cutâneas, estratégias que modulam essa comunidade microbiana têm sido empregadas, como o uso de antibióticos orais, prebióticos e probióticos, e transplante fecal (SZÁNTÓ *et al.*, 2019). Os prebióticos são componentes fermentáveis da dieta, usados como nutrientes por bactérias que desempenham papéis fisiológicos cruciais para a saúde intestinal (COLLINS e REID, 2016). Já os probióticos atuam restaurando a homeostase pela eliminação de patógenos e estimulando o sistema imune, no entanto é preciso destacar que nem sempre ocorre uma adaptação adequada da linhagem microbiana, resultando em colonização transiente do ambiente intestinal (MALDONADO-GÓMEZ *et al.*, 2016).

Os probióticos mais conhecidos são espécies do gênero *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, além de leveduras do gênero *Saccharomyces*. Esses microrganismos agem pela liberação de antimicrobianos como bacteriocinas, ácidos orgânicos e/ou peróxido de hidrogênio; modulação das respostas imune local e sistêmica; e bioconversão de componentes nutricionais em moléculas bioativas (BUJNA *et al.* 2018). O uso desses microrganismos não se limita apenas à sua administração oral. Produtos tópicos estão sendo suplementados com microrganismos probióticos, como por exemplo, pomadas como o gel de Kefir para o tratamento de contaminação microbiana em locais de queimaduras (HUSEINI *et al.*, 2012) e cosméticos probióticos para tratamento de doenças microbianas na pele (SIMMERING e BREVES, 2011).

5 | PROBIÓTICOS NO TRATAMENTO DE DOENÇAS PELE

5.1 Dermatite atópica

Os probióticos têm demonstrado eficácia no tratamento de DA, inclusive na melhora da função de barreira da pele. As espécies *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são as mais comuns no tratamento de DA. Kim *et al.* (2015) desenvolveram um doce experimental com extrato de *Lactobacillus plantarum* extraído do kimchi coreano para o tratamento de DA. Para esse estudo, 41 voluntários, com idades entre 25 e 60 anos, com pele escura e seca, foram recrutados. Eles foram divididos aleatoriamente entre grupo experimental e grupo controle. Após 8 semanas, aqueles que comeram o doce probiótico apresentaram uma hidratação cutânea maior, uma queda da perda de água pela pele e a espessura da camada mais externa da derme, afetada pelo ressecamento, foi reduzida.

Um estudo utilizando *Lactobacillus rhamnosus* Lcr35, em um modelo de camundongo com DA, mostrou uma regulação positiva para células T reguladoras CD4⁺CD25⁺Foxp3⁺. As células T reguladoras podem migrar para a pele e inibir as respostas Th2 e Th17, exercendo, portanto, um papel preventivo além de terapêutico (KIM *et al.*, 2012; KIM *et al.*, 2013). Em outro estudo, também experimental em animais, a suplementação com *Lactobacillus plantarum* CJLP55, CJLP133 e CJLP136 resultou na inibição da dermatite induzida por ácaros da poeira doméstica via aumento da produção de IL-10 e alteração do equilíbrio de Th1 e Th2 (WON *et al.*, 2011).

Uma pesquisa desenvolvida por Panduru *et al.* (2015) descobriu que probióticos parecem ter um papel protetor na prevenção de DA se administrado no período pré e pós natal. O mesmo ocorreu em um estudo realizado com mulheres grávidas coreanas, que possuíam em seu histórico familiar casos de DA, no qual a suplementação com probióticos *Bifidobacterium bifidum* BGN4, *Bifidobacterium lactis* AD011 e *Lactobacillus acidophilus* AD031, na 4^a a 8^a semana antes do parto e em seus bebês nos 2 primeiros meses de vida, reduziu significativamente a incidência de DA em comparação com o grupo controle (KIM *et al.*, 2010). Em outro experimento com suplementação materna e infantil, foi observado que o uso de *Bifidobacterium breve* M-16V e *Bifidobacterium longum* BB536 apresentou efeito preventivo (ENEMOTO *et al.*, 2014). Chang *et al.* (2016) conduziram um ensaio meta-analítico para investigar a eficácia dos probióticos no tratamento de DA e concluíram que a sua administração melhorou os sintomas da doença e reduziu significativamente o índice de pontuação de gravidade da DA, em todas as idades, exceto em bebês menores de 1 ano. Adicionalmente, estudos mostraram que as crianças com DA associadas a IgE possuem menor quantidade de *Bifidobacterium* e uma menor diversidade em sua microbiota durante a infância (ABRAHAMSSON *et al.*, 2012). Um estudo desenvolvido por Yang *et al.* (2013) não obteve um resultado significativo do uso de *Lactobacillus casei*, *L. rhamnosus*, *L. plantarum* e *Bifidobacterium lactis* na modulação da resposta imunológica para DA, mesmo havendo colonização intestinal. No entanto, isso pode ter ocorrido devido ao curto período

de pesquisa e o abandono significativo de pacientes durante o tratamento.

O uso tópico de probióticos para DA tem recebido pouca atenção, no entanto algumas pesquisas mostram resultados promissores. Blanchet-Réthoré *et al.* (2017) realizaram a aplicação tópica de uma loção contendo *Lactobacillus johnsonii* por 3 semanas e o resultado se mostrou eficaz no controle da colonização por *Staphylococcus aureus* e na melhora dos sintomas da DA. Esse resultado foi associado à capacidade dos metabólitos de lactobacilos de promover a redução do pH da superfície da pele. Di Marzio *et al.*, (2003) investigaram os efeitos da aplicação de creme contendo *Streptococcus thermophilus* em níveis de ceramidas do estrato córneo contendo DA por 2 semanas em onze pacientes. O estudo mostrou um aumento significativo da quantidade de ceramidas da pele, e apresentaram também melhora no eritema, prurido e na descamação.

5.2 Acne vulgar

Em um estudo inicial com 300 pacientes, a ingestão de comprimidos probióticos contendo *Lactobacillus acidophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* resultou em uma melhora da acne em 80% dos casos (BOWE e LOGAN, 2011; BOWE *et al.*, 2014). Em outra pesquisa, feita com *Streptococcus salivaris* e *Lectococcus* HY449, descobriu-se que essas espécies produzem substâncias inibitórias semelhantes à bacteriocinas que impedem o crescimento de *P. acnes* (BOWE e LOGAN, 2011; BOWE *et al.*, 2014; KOBER e BOWE, 2015). Em um trabalho de Jung *et al.* (2013), pacientes foram tratados com cepas de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* por via oral em associação com antibióticos, resultando na redução significativa nas lesões de acne em relação ao controle tratado apenas com antibiótico.

Além do efeito antimicrobiano, os probióticos tratam a acne através de ações imunomoduladoras e anti-inflamatórias. Trabalhos *in vitro* utilizando a espécie *S. salivaris* observaram efeitos anti-inflamatórios devido a inibição da secreção de IL-8 e da regulação negativa de genes associados a adesão de espécies patogênicas às superfícies da pele (COSSEAU *et al.*, 2008). Ademais, os microrganismos probióticos são capazes de reduzir a carga glicêmica, a sinalização de IGF-1, a proliferação de queratinócitos e a hiperplasia das glândulas sebáceas, principais motivadoras da acne (SALEM *et al.*, 2018). Frabbocini *et al.* (2016) descobriram que o consumo de *Lactobacillus rhamnosus* SP1 diminui a expressão de IGF-1 e marcadores de estresse oxidativos, que são os responsáveis pelo aparecimento de cravos na pele. Já Cani *et al.*, (2009) realizaram um experimento com camundongos obesos e diabéticos e observaram que a administração da espécie probiótica *Bifidobacterium* resultou na inibição da endotoxemia e da inflamação do tecido devido um mecanismo dependente de glucagon-2.

Os benefícios do tratamento tópico com probiótico para a acne foram inicialmente estudados por Di Marzio *et al.*, (1999), onde verificaram que a aplicação de iogurte com cepas de *S. thermophilus* aumentou a produção de ceramidas na pele, as quais possuem atividade antimicrobiana contra *P. acnes* e atividade anti-inflamatória. Indivíduos tratados

com probióticos tópicos, em um estudo feito por Muizzuddin *et al.* (2012), apresentaram redução na concentração da lesão, do eritema e da carga patogênica. Nesse trabalho utilizaram a cepa de *L. plantarum* e o sobrenadante livre de bactérias, a fim de relatar a ação pró e pós-biótica.

5.3 Psoríase

O uso de probióticos para tratamento dos sintomas e fatores desencadeadores de psoríase tem sido relatado. Tem sido mostrado que há uma intensa colonização de *S. aureus* em pacientes que apresentam a psoríase em comparação aos pacientes sem a doença (NG *et al.*, 2017; CHANG *et al.*, 2018). Essa abundância de patógenos e a deficiência de espécies comensais benéficas (KALIL *et al.*, 2020) é o alvo de tratamento através de probióticos. Em um modelo animal, foi conduzido um estudo para avaliar o efeito protetor do extrato etanólico da cepa de *L. sakei* proBio-65 na inflamação semelhante a psoríase induzida por imiquimode (IMQ). O resultado demonstrou que o extrato probiótico inibiu as alterações histopatológicas e a análise da expressão gênica indicou uma redução nas citocinas pró-inflamatórias em relação ao tratamento convencional (RATHER *et al.*, 2018).

Em outro trabalho utilizando modelo animal, verificou-se que a suplementação oral de *Lactobacillus pentosus* GMNL-77 diminuiu significativamente lesões eritematosas e o espessamento dérmico, em camundongos BALB/c com a doença induzida por meio de IMQ, quando comparados com o placebo. Os benefícios clínicos foram correlacionados com a redução de produção de mediadores pró-inflamatórios, como citocinas do eixo IL-17/IL-22/IL-17 A (IL-3, IL-17 A/ F e IL-22), IL-6 e TNF- α nas placas da pele (CHEN *et al.*, 2017).

Um estudo de caso publicado por VIJAYASHANKAR e RAGHUNATH, em 2012, relatou o caso de uma paciente de 47 anos, portadora da doença há 15 anos, com manifestação grave de psoríase postular, a qual não respondia ao tratamento com medicamentos tradicionais. Ao iniciar o tratamento alternativo com a ingestão do probiótico *Lactobacillus sporogenes*, verificou-se após 15 dias que houve melhora das lesões, diminuição da febre e não houve surgimento de novos eritemas. Após 6 meses de tratamento com probiótico, as manifestações psoriáticas tiveram redução significativa. Esse efeito também foi observado em um trabalho randomizado, duplo-cego, controlado por placebo, com 26 pacientes que sofriam com placas crônicas leves a moderadas de psoríase. O uso de sachês contendo o probiótico *Bifidobacterium infantis* 35624 resultou na redução significativa de níveis plasmáticos de marcadores pró-inflamatórios com TNF- α e a proteína C reativa (GROEGER *et al.*, 2013). Não foram encontrados trabalhos com a utilização tópica de probióticos para essa patologia.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desequilíbrio do microbioma humano é capaz de induzir diversas alterações ao longo do corpo, inclusive na pele. Em resposta a isso surgem doenças dermatológicas

que geralmente estão associadas a processos inflamatórios, como no caso da dermatite atópica, acne vulgar e psoríase. Além do fator imunológico, a herança genética, o ambiente e alimentação também contribuem para o surgimento dessas patologias. Assim elas são frequentemente tratadas com antibióticos e antiinflamatórios.

Devido aos efeitos colaterais e indução de resistência bacteriana, as pesquisas têm se concentrado em abordagens não medicamentosas que sejam capazes de promover a homeostase da microbiota e do sistema imune. Diversos estudos mostram o potencial da utilização de probióticos no tratamento ou prevenção de doenças cutâneas inflamatórias pela produção de substâncias antimicrobianas, pela interação com receptores do sistema imunológico e pelo estímulo ou inibição da produção de metabólitos específicos envolvidos na fisiopatologia dessas condições clínicas. A maioria das pesquisas se concentra na administração oral dos microrganismos, mas a utilização tópica de probióticos vem apresentando resultados promissores. Contudo, a despeito do potencial observado, a implementação de medidas profiláticas ou de tratamentos para afecções cutâneas com o uso de probióticos carece de estudos aprofundados, com populações maiores e diversas, que busquem a padronização das doses, linhagens utilizadas e período de tratamento para cada patologia em questão.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

ABRAHAMSSON, T.R. *et al.* **Low diversity of the gut microbiota in infants with atopic eczema.** *J Allergy Clin Immuno*, v.129, n.2,p.434-444,2012.

ADLER, B.L.; KORNMEHL, H.; ARMSTRONG, A.W. **Antibiotic Resistance in Acne Treatment.** *JAMA Dermatol*.v.153, n.8, p.810-811, 2017.

ALEKSEYENKO, A.V. *et al.* **Community differentiation of the cutaneous microbiota in psoriasis.** *Microbiome* v.1, n.31, 2013.

ANANTHAPADMANABHAN, K.P. *et al.* **Cleansing without compromise: the impact of clean-sers on the skin barrier and the technology of mild cleansing.***Dermatol Ther.* v.17, p.16-25, 2004.

AUGUSTIN, M. *et al.* **Epidemiology and Comorbidity in Children with Psoriasis and Atopic Eczema.** *Dermatology.* v.231, n.1,p.35-40, 2015.

BAQUERIZO NOLE, K.L.; YIM, E.; KERI, J.E. **Probiotics and prebiotics in dermatology.** *J Am Acad Dermatol*.v.71, n.4, p.814-21, 2014.

BARBAROT, S. *et al.* **Epidemiology of atopic dermatitis in adults: Results from an international survey.** *Allergy.* v.73,n.6,p.1284-1293, 2018.

BELKAID, Y; TAMOUTOUNOUR, S. **The influence of skin microorganisms on cutaneous immunity**. Nat Rev Immunol. v.16, n.6,p.353-66, 2016.

BENHADOU, F. *et al.* **Psoriasis and Microbiota: A Systematic Review**. Diseases, v.6, n.2, p.47, 2018.

BERGER, T.G.; STEINHOX, M. **Prurido em pacientes idosos – erupções da senescência**. Seminários em medurgia cutânea, v.30, n.2, p.113-117, 2011.

BHATE, K.; WILLIAMS, H.C. **Epidemiology of acne vulgaris**. Br J Dermatol, v.168, n.3,p.474-85, 2013.

BLANCHET-RÉTHORÉ, S. *et al.* **Effect of a lotion containing the heat-treated probiotic strain *Lactobacillus johnsonii* NCC 533 on *Staphylococcus aureus* colonization in atopic dermatitis**. Clin Cosmet Investig Dermatol.v.3, n.10, p.249-257, 2017.

BOEHNCKE, W.H.; SCHÖN, M.P. **Psoriasis**. Lancet , v.386,n. 9997, p. 983-94, 2015.

BOGUNIEWICZ, M.; LEUNG, D.Y. **Atopic dermatitis: a disease of altered skin barrier and immune dysregulation**. Immunol Rev. v. 242, n.1, p. 233-246, 2011.

BOWE, W. P.; LOGAN, A. C. **Acne vulgaris, probiotics and the gut-brain-skin axis-back to the future?**. Gut Pathog, v.3, n.1, 2011.

BOWE, W.; PATEL, N. B.; LOGAN, A. C. **Acne vulgaris, probiotics and the gut-brain-skin axis: from anecdote to translational medicine**. Benef.Microbes, v.5, p.185–199, 2014.

CANI, P. D. *et al.* **Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a mechanism involving GLP-2-driven improvement of gut permeability**. Gut, v.58, p.1091–1103, 2009.

CARVALHO, V. O. *et al.* **Guia prático de atualização em dermatite atópica - Parte II: abordagem terapêutica. Posicionamento conjunto da Associação Brasileira de Alergia e Imunologia e da Sociedade Brasileira de Pediatria**. Arq Asma Alerg Imunol., v.1, n.2, p.157-82, 2017.

CHANG, H.W. *et al.* **Alteration of the cutaneous microbiome in psoriasis and potential role in Th17 polarization**. Microbiome, v. 6, n.1, p. 154, 2018.

CHANG, Y. *et al.* **Synbiotics for prevention and treatment of atopic dermatitis: a meta-analysis of randomized clinical trials**. JAMA Pediatr.v.170, p.236–242, 2016.

CHEN, Y.H. *et al.* ***Lactobacillus pentosus* GMNL-77 inhibits skin lesions in imiquimod-induced psoriasis-like mice**. J Food Drug Anal.v. 25, n.3,p.559-66, 2017.

COLLINS, S.; REID, G. **Distant Site Effects of Ingested Prebiotics**. Nutrientes,v.8, n.9, p.523, 2016.

CORK, M.J. *et al.* **Epidermal barrier dysfunction in atopic dermatitis**. J Invest Dermatol. v.129, n.8,p.1892-908, 2009.

COSSEAU, C. *et al.* **The commensal *Streptococcus salivarius* K12 downregulates the innate immune responses of human epithelial cells and promotes host-microbe homeostasis.** *Infect. Immun.* v.76, p.4163–4175, 2008.

GRAAUW, E. *et al.* **Eosinophilia in Dermatologic Disorders.** *Immunol Allergy Clin North Am.* v. 35, n.3,p.545-60, 2015.

DENG Y *et al.* **Patients with Acne Vulgaris Have a Distinct Gut Microbiota in Comparison with Healthy Controls.** *Acta Derm Venereol.* v.29, n.8, p. 783-790, 2018.

DEPLEWSKI, D.; ROSENFELD, R.L. **Role of hormones in pilosebaceous unit development.** *Endocr Rev.* v. 21, n.4, p.363-92, 2000.

DI MARZIO, L. *et al.* **Effect of the lactic acid bacterium *Streptococcus thermophilus* on stratum corneum ceramide levels and signs and symptoms of atopic dermatitis patients.** *Exp Dermatol.*v.12, p. 615–20, 2003.

DOMINGUEZ-BELLO, M.G. *et al.* **Delivery mode shapes the acquisition and structure of the initial microbiota across multiple body habitats in newborns.** *Proc Natl Acad Sci US A.*v.107, n.26, p.11971-5, 2010.

DRÉNO, B. **What is new in the pathophysiology of acne, an overview.** *J Eur Acad Dermatol Venereol.*v. 5, p.8-12, 2017.

FARKAS, N. A. *et al.* **Lactic acid fermentation of apricot juice by mono-and mixed cultures of probiotic *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains.** *Food science and biotechnology,* v.27, p.547-554, 2018.

EICHENFIELD, L.F. *et al.* **Guidelines of care for the management of atopic dermatitis: Section 2. Management and treatment of atopic dermatitis with topical therapies.** *J Am Acad Dermatol.* v.71, p. 116-32, 2014.

ELLIS, S.R. *et al.* **The Skin and Gut Microbiome and Its Role in Common Dermatologic Conditions.** *Microorganisms.* v. 11;n. 7, p. 550, 2019.

EPPINGA, H. *et al.* **Similar depletion of protective *Faecalibacterium prausnitzii* in psoriasis and inflammatory bowel disease, but not in hidradenitis suppurativa.** *J. Crohns. Colitis,* v.10, p.1067–1075, 2016.

EYERICH, K.; NOVAK, N. **Immunology of atopic eczema: overcoming the Th1/Th2 paradigm.** *Allergy.*v.68, n.8, p. 974-82, 2013.

FABBROCINI, G. *et al.* **Supplementation with *Lactobacillus rhamnosus* SP1 normalises skin expression of genes implicated in insulin signalling and improves adult acne.** *Benef. Microbes,* v. 7, p.625–630, 2016.

FEINGOLD, K.R.; GRUNFELD, C. **Psoriasis: it's more than just the skin.** *J Lipid Res.* v. 53, p. 1427-1429, 2012.

FERNANDES, J.D.; MACHADO, M.C.; OLIVEIRA, Z.N. **Children and newborn skin care and prevention.** An Bras Dermatol. v.86, p.102-10, 2011.

FIGUEIREDO, A *et al.* **Avaliação e tratamento do doente com acne – Parte I: Epidemiologia, etiopatogenia, clínica, classificação, impacto psicossocial, mitos e realidades, diagnóstico diferencial e estudos complementares.** Rev port clin geral. v.27, p.59-65, 2011.

FITZ-GIBBON, S. *et al.* ***Propionibacterium acnes* strain populations in the human skin microbiome associated with acne.** J Invest Dermatol. v.133, n.9, p.2152-60, 2013.

GAFFEN, S. L. **IL-23-IL-17 immune axis: discovery, mechanistic understanding, and clinical testing.** Nat. Rev. Immunol. v.14, p.585–600, 2015.

GATHERWRIGHT, J. *et al.* **The contribution of endogenous and exogenous factors to female alopecia: a study of identical twins.** Plast Reconstr Surg.,v.13, n.6, p.1219-1226, 2012.

GRICE, E. A. **The skin microbiome: potential for novel diagnostic and therapeutic approaches to cutaneous disease.** Semin Cutan Med Surg. V.33, n.2, p. 98-103, 2014.

GRICE, E. A. *et al.* **Topographical and Temporal Diversity of the Human Skin Microbiome.** Science., v. 324, p.1190–1192, 2009.

GRICE, E. A.; SEGRE, J.A. **The skin microbiome.** Nat Rev Microbiol. v.9, n.4, p.244-53, 2011.

GROEGER, D. *et al.* ***Bifidobacterium infantis* 35624 modulates host inflammatory processes beyond the gut.** Gut Microbes. v.4, n.4, p. 325-39, 2013.

HARDEN JL, KRUEGER JG, BOWCOCK AM. **The immunogenetics of psoriasis: a comprehensive review.** J Autoimmun. v.64, p.66-73, 2015.

HETTWER, S. *et al.* **Equilíbrio da Microbiota para Benefício da Pele.** Cosmetics & Toiletries (Brasil).v.30, p.49-54, 2018.

HILL, C. *et al.* (2014). **Declaração de consenso da Associação Científica Internacional de Probióticos e Prebióticos sobre o escopo e o uso apropriado do termo probiótico.** Nat Rev Gastroenterol Hepatol.v.11, p. 506–514, 2018.

HUANG, B. L.; CHANDRA, S.; SHIH, D. Q. **Skin manifestations of inflammatory bowel disease.** Front. Physiol.v.3, p.13, 2012.

HUSEINI, H.F. *et al.* **Evaluation of wound healing activities of kefir products.** Burns, v.38, p. 719–723, 2012.

HUYNH, M.; GUPTA, R.; KOO, J.Y. **Estresse emocional como gatilho para desordens inflamatórias da pele.** Semmedicina e cirurgia cutânea. v.32, n.2, p.68-72, 2013.

INSTITUTE FOR HEALTH METRICS AND EVALUATION (IHME). **Global Burden of Disease Study 2010: Results by Cause. 1990-2010.** Seattle: IHME, 2020.

- IZUMO, T. *et al.* (2010). **Effect of intranasal administration of *Lactobacillus pentosus* S-PT84 on influenza virus infection in mice.** International Immunopharmacology, v.10, n.9, p.1101–1106, 2020.
- Jasson, F. *et al.* **Different strains of *Propionibacterium acnes* modulate differently the cutaneous innate immunity.** Exp Dermatol. v.22,p.587-92, 2013.
- KATHURIA, P.; SILVERBERG, J.I. **Association of pollution and climate with atopic eczema in US children.** Pediatr Allergy Immunol. v.27, n.5,p.478-85, 2016.
- KERR, O.A. *et al.* **The profile of dermatological problems in primary care.** Clin Exp Dermatol.v.35, p.380-383, 2010.
- KIM, B.J.*et al.* **Environmental changes, microbiota, and allergic diseases.** Allergy Asthma Immunol Res.v.6,n.5, p.389-400, 2014.
- KIM, H. *et al.* **Effects of oral intake of kimchi-derived *Lactobacillus plantarum* K8 lysates on skin moisturizing.** J Microbiol Biotechnol. v.25, n.1 p.74-80, 2015.
- KIM, H. *et al.* **Clinical efficacy and mechanism of probiotics in allergic diseases.** Korean J. Pediatr.v. 56, p.369–376, 2013.
- KIM ,H. *et al.* **A novel mouse model of atopic dermatitis with epicutaneous allergen sensitization and the effect of *Lactobacillus rhamnosus*.** Exp. Dermatol. v.21, p.672–675, 2012.
- KIM, J. *et al.* **Activation of toll-like receptor 2 in acne triggers inflammatory cytokine responses.** J Immunol. v.169, p.1535-41, 2002.
- KIM, J.E. *et al.* **Expression of hypothalamic-pituitary-adrenal axis in common skin diseases: evidence of its association with stress-related disease activity.** Acta Derm Venereol.v.93, n.4, p.387-93, 2013.
- KIM, J.Y. *et al.* **Effect of probiotic mix (*Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus acidophilus*) in the primary prevention of eczema: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial.** Pediatr Allergy Immunol., p. e386-93, 2010.
- KIM, J. *et al.* (2013). **Symptoms of atopic dermatitis are influenced by outdoor air pollution.** Jornal de alergía e imunologia clínica, v.132, n.2, p.495-498, 2010.
- KIMBALL, A.B. *et al.* **The psychosocial burden of psoriasis.** Am J Clin Dermatol. v.6, n.6, p. 383-92, 2005.
- KOBER, M. M.; BOWE, W. P. **The effect of probiotics on imune regulation, acne, and photoaging.** Int. J. Womens Dermatol. v.1,p. 85–89, 2015.
- KRUTMANN, J. **Pre- and probiotics for human skin.** J. Dermatol. Sci.v.54, p.1–5, 2009.
- DI MARZIO, L. *et al.* **Effect of the Lactic Acid Bacterium *Streptococcus thermophilus* on Ceramide Levels in Human KeratinocytesIn Vitro and Stratum Corneum In Vivo.** Journal of investigative dermatology, v.113, n.1, p.98-106, 1999.

LOURENCETTI, M. A.; MARIDA, M. **Uso de metabólitos ativos da vitamina D por via oral para o tratamento da psoríase.** Revista da Associação Médica Brasileira, v.64, n.7, p.643-648, 2018.

MAGUIRE, M.; MAGUIRE, G. **The role of microbiota, and probiotics and prebiotics in skin health.** Arch Dermatol Res. v.309, n.6, p.411-421, 2017.

Maldonado-Gómez, M.X. *et al.* **Stable Engraftment of *Bifidobacterium longum* AH1206 in the Human Gut Depends on Individualized Features of the Resident Microbiome.** Cell Host Microbe. v.12, n.4, p.515-526, 2016.

MANSOURI, B.; PATEL, M.; MENTER, A. **Biological therapies for psoriasis.** Expert Opin Biol Ther. v.13, n.12, p.1715-30, 2013.

MARI, N. L.; SIMÃO, A. N. C.; DICI I. **n-3 polyunsaturated fatty acids supplementation in psoriasis: a review.** Nutrire, v.42, n.5, 2017.

MARK, M. C. C.; NEBUS, J. **Managemente of patients with atopic dermatitis: the role emoliente therapy.** Dermatol. Res. Pract. 2012.

MARTINS, G. A.; Chaul, A. **Tratamento tópico da Psoríase.** Consenso Brasileiro de Psoríase (CBP). P.41-48, 2009.

MELNIK BC. **Akne und Ernährung [Acne and diet].** Hautarzt. v.64,n.4, p. 252, 254-8, 260-2, 2013.

MENGEAUD, V. *et al.* **An innovative oat-based sterile emollient cream in the maintenance therapy of childhood atopic dermatitis.** Pediatr Dermatol. v.32, p. 208-15, 2015.

MUIZZUDDIN, N. *et al.* **Physiological effect of a probiotic on skin.** J Cosmet Sci. v.63, n.6, p.385-95, 2012.

MURARO, A. *et al.* **Precision medicine in patients with allergic diseases: airway diseases and atopic dermatitis.** J. Allergy Clin. Immunol. v.137, p.1347–1358, 2016.

NG, C.Y. *et al.* **Risks for *Staphylococcus aureus* colonization in patients with psoriasis: a systematic review and meta-analysis.** Br J Dermatol. v.177, n.4,p. 967-77, 2017.

OMENETTI, S.; PIZARRO, T. T. **The Treg/Th17 axis: a dynamic balance regulated by the gut microbiome.** Front. Immunol. , v.6, p.639, 2015.

OZEN, M.; DINLEYICI, E.C. **The history of probiotics: the untold story.** Benef Microbes. v.6, n.2, p.159-65, 2015.

PANDURU, M. **Probiotics and primary prevention of atopic dermatitis: a meta-analysis of randomized controlled studies.** J Eur Acad Dermatol Venereol. v.29, n.2,232-42, 2015.

RATHER, I. A. *et al.* **Probiotic *Lactobacillus sakei* proBio-65 Extract Ameliorates the Severity of Imiquimod Induced Psoriasis-Like Skin Inflammation in a Mouse Model.** Front Microbiol. v.9,p.1021, 2018.

REDDEL, S. *et al.* **Gut microbiota profile in children affected by atopic dermatitis and evaluation of intestinal persistence of a probiotic mixture.** *Sci Rep.* v.21, n.9, p. 4996, 2019.

RESEARCH AND MARKET. **Skin Microbiome Modulators Market to Reach \$2.97 Billion by 2030.** **GLOBE NEWSWIRE.** 2020. Disponível em <http://globenewswire.com/news-release/2020/07/22/2065875/0/en/Skin-Microbiome-Modulators-Market-to-Reach-2-97-Billion-by-2030.html#:~:text=The%20probiotic%20segment%20is%20the,the%20forecast%20period%202020-2030>. Acesso em fev 2021.

RODRIGUES, A.P.; TEIXEIRA, R.M. **Desvendando a psoríase.** *Rev Bras Anal Clin.* v.41, n.4, p. 303-9, 2009.

RODRIGUEZ-CERDEIRA, C. *et al.* **Psychodermatology: Past, Present and Future.** *The Open Dermatology Journal*, v.5, p. 21–27, 2011.

ROSENTHAL, M. *et al.* **Skin microbiota: microbial community structure and its potential association with health and disease.** *Infect Genet Evol.*v.11, n.5, p. 839-48, 2011.

RUBEL, D. *et al.* (2013). **Consensus guidelines for the management of atopic dermatitis: an Asia-Pacific perspective.** *J Dermatol.* v.40, p.160-71, 2011.

RÜBSAM, M.L. *et al.* **Diagnosing skin disease in primary care: a qualitative study of GPs' approaches.** *Fam Pract.* v.32, p.591-5, 2015.

RYAN, C. *et al.* **Novel sodium hypochlorite cleanser shows clinical response and excelente acceptability in the treatment of atopic dermatitis.** *Pediatr Dermatol.* v.30, n.3, p.308-15, 2013.

SALEM, I. *et al.* **The Gut Microbiome as a Major Regulator of the Gut-Skin Axis.** *Front Microbiol.* v.9,p. 1459, 2018.

SCHER, J. U. *et al.* **Decreased bacterial diversity characterizes the altered gut microbiota in patients with psoriatic arthritis, resembling dysbiosis in inflammatory bowel disease.** *Arthritis Rheumatol.*v. 67, p.128–139, 2015.

SCHMIDT, N.; GANS, E.H. **Tretinoin: a review of its anti-inflammatory properties in the treatment of acne.** *J Clin and Aesthetic Derm* v.4, n.11,p. 22-9, 2011.

SHU, M. *et al.* **Fermentation of *Propionibacterium acnes*, a commensal bacterium in the human skin microbiome, as skin probiotics against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*.** *PLoS One* , v.8, p.e55380, 2013.

SIMMERING, R. ; BREVES, R. **Prebiotic cosmetics**, pp. 137–147. *In* Krutmann, J. and Humbert, P. (eds.), *Nutrition for healthy skin: Strategies for clinical and cosmetic practice.* *Springer.* 2011.

SITTART, J.A.S.; PIRES, M.C. **Dermatologia na pratica medica.** Sao Paulo: Ed. Roca. p. 31-62, 2007.

SLOAN, B.;SCHEINFELD, N. **The use and safety of doxycycline hyclate and other second-generation tetracyclines.** *Expert Opin Drug Saf.* v.7, n.5, p.571-7, 2008.

SMITH, T.M. *et al.* **Insulin-like growth factor-1 induces lipid production in human SEB-1 sebocytes via sterol response element-binding protein-1.** J Invest Dermatol. v.126, n.6:, p.1226-32, 2006.

SOMMER, D.M. *et al.* **Increased prevalence of the metabolic syndrome in patients with moderate to severe psoriasis.** Arch. Dermatol. Res. v.298, p.321–328, 2006.

SUGISAKI, H. *et al.* **Increased interferon-gamma, interleukin-12p40 and IL-8 production in *Propionibacterium acnes* treated peripheral blood mononuclear cells from patient with acne vulgaris: host response but not bacterial species is the determinant factor of the disease.** J Dermatol Sci v.55, p.47–52, 2009.

SZÁNTÓ M *et al.* **Targeting the gut-skin axis-Probiotics as new tools for skin disorder management?** Exp Dermatol. v.28, n.11, 2019.

TAKESHITA, J.*et al.* **Psoriasis and comorbid diseases: epidemiology.** J. Am. Acad. Dermatol. v.76, p.377–390, 2017.

TAN-LIM, C.S.C. *et al.* **Comparative effectiveness of probiotic strains for the treatment of pediatric atopic dermatitis: A systematic review and network meta-analysis.** Pediatr Allergy Immunol.v.32, p.124-136, 2021.

THIBOUTOT, D.M.*et al.* **Practical management of acne for clinicians: An international consensus from the Global Alliance to Improve Outcomes in Acne.** J Am Acad Dermatol. v.78, 2018.

TRIVEDI, B. **Microbiome: The surface brigade.** Nature, v.492, p. 7429, 2012.

VANDENPLAS, Y.; HUYS, G.; DAUBE, G. **Probiotics: an update.** J. Pediatr.v. 91, p.6–21, 2015.

VENA, G.A. *et al.* **Incidence of psoriasis and association with comorbidities in Italy: a 5-year observational study from a national primary care database.** Eur J Dermatol. v.20, n.5, p.593-8, 2010.

VIJAYASHANKAR, M.; RAGHUNATH, N. **Pustular psoriasis responding to Probiotics - a new insight.** Our Dermatology Online. v.3, p.326-9, 2012.

VOLOCHTCHUK, O.M. *et al.* **Variations in the pH of soaps and indications for its use in normal and diseased skin.** An Bras Dermatol. v.75, p.697-703, 2000.

WATSON, R. R.; VICTOR R. P. eds. **Probiotics, prebiotics, and synbiotics: bioactive foods in health promotion.** Academic Press. 2015.

WEINSTOCK, G.M. **Genomic approaches to studying the human microbiota.** Nature v.489, p.250–256, 2012.

WILLIAMS NT. **Probiotics.** Am J Health Syst Pharm. v.67, n,6, p.449-58, 2010.

WOLLENBERG, A. *et al.* **European Task Force on Atopic Dermatitis/EADV Eczema Task Force. ETFAD/EADV Eczema task force 2015 position paper on diagnosis and treatment of atopic dermatitis in adult and paediatric patients.** J Eur Acad Dermatol Venereol. v.30, n.5, p.729-47, 2016.

WON T. J. *et al.* **Oral administration of *Lactobacillus* strains from Kimchi inhibits atopic dermatitis in NC/Nga mice.** J. Appl. Microbiol. v.110, p.1195–1202, 2011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global report on psoriasis.** Genf: WHO. 2016.

YAN, J. *et al.* **Gut microbiota induce IGF-1 and promote bone formation and growth.** Proc Natl Acad Sci U S A. v.113, n.47, 2016.

YANG, H.J. *et al.* (2013). **Efficacy of Probiotic Therapy on Atopic Dermatitis in Children: A Randomized, Double-blind, Placebo-controlled Trial.** Allergy Asthma Immunol Res. v.2092, p.7355-63, 2016.

YANG, H.J. *et al.* **Efficacy of Probiotic Therapy on Atopic Dermatitis in Children: A Randomized, Double-blind, Placebo-controlled Trial.** Allergy Asthma Immunol Res.v.6,n.3,p. 208-15, 2014.

RADIOPROTEÇÃO PARA INDIVÍDUOS QUE TRABALHAM DIRETAMENTE OU INDIRETAMENTE COM RADIAÇÃO IONIZANTE

Data de aceite: 01/07/2021

Anderson Gonçalves Passos

Centro Universitário-ICESP

Jânio Carlos Fagundes Júnior

Centro Universitário-ICESP

RESUMO: A produção da radiação através da colisão dos elétrons com o anodo produzindo 01% de radiação e 99% de calor essa menor porção é a suficiente para causar modificações biológicas. Foi criado instituições que viessem a regulamentar e determinar a importância da utilização adequada da radiação o objetivo do estudo da radioproteção para profissionais que atuam diretamente ou indiretamente com a radiação ionizante após a analisar os resultados da pesquisa com o propósito de identificar lacunas na radioproteção. Existem limites de exposição para o público em geral, os profissionais de saúde bem como limites tolerados por regiões específicas do corpo e é uma informação bem explanada neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Proteção radiológica, exposição radiológica, limites de dose.

RADIOPROTECTION FOR INDIVIDUALS WHO WORK DIRECTLY OR INDIRECTLY WITH IONIZING RADIATION

ABSTRACT: The production of radiation through the collision of the electrons with the anode producing 01% of radiation and 99% of heat, this smaller portion is enough to cause biological

changes. Institutions were created to regulate and determine the importance of the adequate use of radiation, the objective of studying radioprotection for professionals who work directly or indirectly with ionizing radiation after analyzing the results of the research in order to identify gaps in radioprotection. There are exposure limits for the general public, health professionals as well as limits tolerated by specific regions of the body and this information is well explained in this work.

KEYWORDS: Radiation protection, radiation exposure, dose limits.

INTRODUÇÃO

A produção dos Raios X se deu por meio de um estudo de um tubo a vácuo que por meio da ddp – diferença de potencial, pode então ocorrer a produção da radiação através da colisão dos elétrons com o anodo produzindo 01% de radiação e 99% de calor essa menor porção é a suficiente para causar modificações biológicas. Neste primeiro momento de descoberta a radiação teve um valor crucial no que tange a curabilidade uma vez que havia pequenas modificações inicialmente até que se observou a parte catastrófica na saúde das pessoas que tinham contato com aquela energia (PRESTES; KAWAKITA; SILVA, 2018).

Então foi criado instituições que viessem a regulamentar e determinar a importância da utilização adequada da radiação, logo após alguns grandes acidentes radioativos ocorrerem, veio a criação das comissões internacionais e

também as comissões nacionais para normatizar a proteção radiológica mundial (TAUHATA et al. 2014).

Foi colhido algumas pesquisas realizadas justamente com relevância ao tema proposto por esta pesquisa no qual foi fundamental o entendimento vivenciado realmente por profissionais que passam por estas exposições e convivem com a falta de conhecimento acerca da proteção radiológica e como utiliza-la para se protegerem (BATISTA et al. 2019).

O presente trabalho foi desenvolvido através de uma revisão da literatura com o objetivo do estudo da radioproteção para profissionais que atuam diretamente ou indiretamente com a radiação ionizante após a analisar os resultados da pesquisa com o propósito de identificar lacunas na radioproteção visualizando a necessidade de novas pesquisas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado por meio de uma pesquisa exploratória de caráter bibliográfico utilizando como fonte de dados em livros e artigos publicados online no período de 2014 a 2020. A pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, envolvendo o levantamento bibliográfico pesquisas como entrevistas com pessoas que vivenciam o problema pesquisado. Os critérios para a seleção da amostra foram: que o estudo abordasse, no título ou no resumo, a temática investigada; O resultado da busca na base de dados foi de 30 estudos, dos quais 10 abordavam o tema, usando critérios da pesquisa, compondo a amostra.

RADIAÇÃO

A energia irradiante chamada radiação X (Raios X), possui a capacidade de penetrar estruturas opacas. Sua produção ocorre dentro de um tubo a vácuo com polaridades diferentes em suas extremidades, temos de um lado a polaridade negativa o catodo de onde ocorre a produção dos elétrons que são ejetados de suas camadas orbitais mais externas dos filamentos espiralados de tungstênio, do outro lado a polaridade positiva o anodo que ao ocorrer a ddp – diferença de potencial os elétrons são atraídos para se colidirem com o anodo e assim acelerados por uma alta tensão, nesta colisão acontece a produção de fótons de Raios X, sendo apenas 1% de toda essa produção transformada e radiação X, os outros 99% são convertidos em calor (BATISTA et al. 2019).

Ainda nos seus primórdios a radiação X teve seu descobrimento para o efeito de curabilidade, contudo pouco tempo depois dessa descoberta houve a necessidade de se reconhecer que essa energia (Raios X) estaria causando efeitos nocivos para a saúde dos expostos a ela, em situações extremistas como a primeira morte por exposição à radiação, ai então veio uma atenção maior em criar equipamentos, formas e maneiras de ter o controle dessa radiação ionizante reduzindo essa exposição aos trabalhadores como

também do público em geral (PRESTES; KAWAKITA; SILVA, 2018).

Vindo de uma importância para o qual não seja a radiação ionizante prejudicial aos seres vivos, a radioproteção na área da saúde vem com algumas ações para minimizar ao máximo possível os profissionais que trabalham neste âmbito denominados IOEs – indivíduos ocupacionalmente expostos, e o público em geral, podendo ser o paciente/cliente ou os trabalhadores que são expostos, mas não trabalham diretamente com radiação ionizante (GOMES, MANGUEIRA, 2019).

A ionização causa danos aos tecidos biológicos diretamente às células pela quebra de ligações químicas de moléculas biológicas fundamentais para o equilíbrio fisiológico e de grande importância no DNA, causando radicais livres na água reagindo com as moléculas causando alteração. (BIASOLI, 2014).

REGULAMENTAÇÃO DA RADIOPROTEÇÃO

De maneira descontrolada a radiação passou a ser utilizada pelos profissionais da época após o descobrimento dos Raios X e da Radioatividade como um avanço no diagnóstico e tratamento da saúde, pois conseguiam remover pintas e matar células, toda via apenas 30 anos após a descoberta dos Raios X a Comissão Internacional de Unidades e Medições de Radiação foi criada, só que sua finalidade ainda era muito voltada para estudos físicos das radiações, tendo então a necessidade de uma instituição que regulamentasse e tratasse diretamente da proteção radiológica e expressar limites de exposição as radiações ionizantes, para público em geral e profissionais, assim nasceu a Comissão Internacional de Proteção Radiológica e vindo depois a Comissão Nacional de Energia Nuclear a CNEN (GODOY; GODOY; COSTA, 2018).

A radiação expressa sentimentos extremistas na população como um todo, desde os leigos aos profissionais, os comportamentos podem variar de uma completa indiferença para o desespero completo, mesmo assim as medidas cautelares são normalmente ignoradas. O professor Jaworowski presidente do Comitê Científico das Nações Unidas sobre os efeitos da Radiação Atômica (UNSCEAR), observou essa questão sobre a fobia nuclear e a radiofobia da população por meados do século XX, evidenciou que essa expressão ocorreu após alguns acidentes nucleares como o da Usina de Three Mile Island e em Chernobyl, na figura 01 é possível identificar a progressão dos casos de câncer após o acidente na Usina Nuclear de Chernobyl em 1986. Assim o mesmo fez uma pesquisa e a UNSCEAR, (Figura 02) publicou a resposta de sua pesquisa sobre exposição dos indivíduos pelo mundo à radiação natural e irradiação médica nos anos de 1982 e de 2008 (DOROW; MEDEIROS, 2019)Parte superior do formulário.

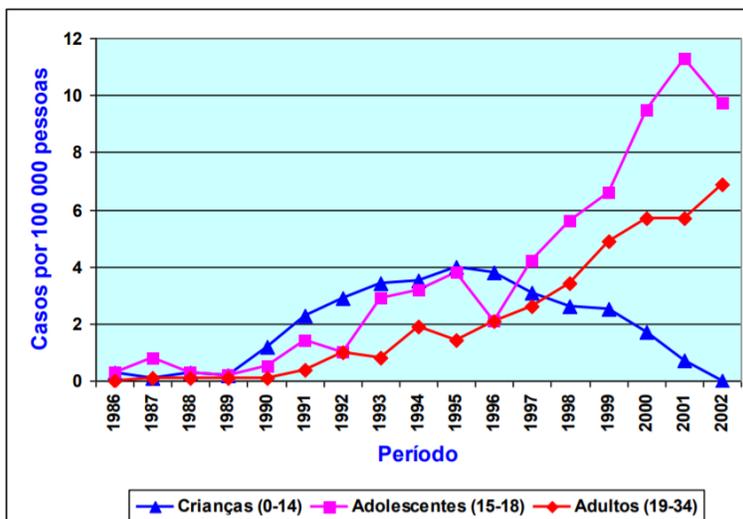


Figura 01 Indução de câncer na tireoide devido ao acidente nuclear em Chernobyl.

Fonte: (TAUHATA et al. 2014).

Com a figura 1 podemos ter uma sucinta noção da importância da orientação no que tange a radiação, mesmo com modernidade e avanços tecnológicos a população está exposta constantemente a radiação natural, onde teve seu percentual bem aumentado o que não retira o fato de exposições medicas ainda serem altas (DOROW; MEDEIROS, 2019).

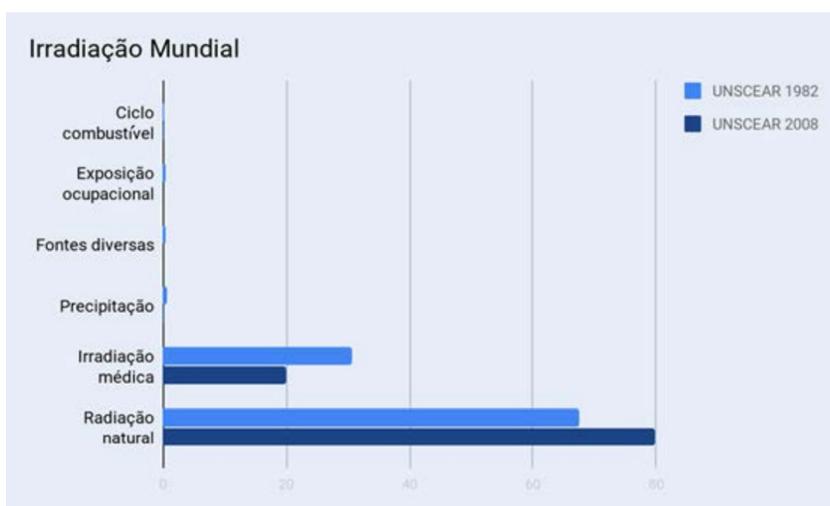


Figura 02 Exposições de indivíduos à Radiação Ionizante.

Fonte: (DOROW; MEDEIROS, 2019).

GRANDEZAS LIMITANTES

Essas grandezas tem o indivíduo como ponto de radiação real como definição de sítio, onde deveria ter suas medições com especificações diretas, contudo esses valores podem se alterar de acordo com a região do corpo a ser analisada e pode mudar de uma pessoa para outra, assim obtendo valores referenciáveis. Para se conseguir efetuar essas medições, utilizamos um fantoma, simulador de densidade, uma vez que não pode ser utilizado o indivíduo para fins de testes como radiação ionizante, a ICRU (International Commission on Radiation Units), disponibiliza esse fantoma como suporte de simulação alternativo, com dimensões de 30 cm x 30 cm x 15 cm, maciços ou cheios de água, feitos de polimetilmetacrilato (PMMA) no formato de paralelepípedo (TAUHATA et al. 2014).

As novas grandezas operacionais são definidas por coeficiente de conversão específicas para cada medição onde a combinação das novas grandezas operacionais e as grandezas equivalente de dose efetiva, dose efetiva, kerma no ar e, exposição à radiação X tendo sido definida pela ICRU como modo conservador das limitações dessas grandezas. As (Tabelas 01 e 02) mostram pelo tipo de radiação como deve ser usada as novas grandezas ao foco a ser monitorado, profundidade de avaliação d (em mm), e direção Ω de medição (TAUHATA et al. 2014).

Radiação Externa	Limitante de Dose	Grandeza (ICRP 60)	
		Monitoração de Área	Monitoração Pessoal
Fortemente Penetrante	Dose efetiva	Equivalente de Dose Ambiente H^* (10)	Equivalente de Dose Pessoal H_p (10)
Fracamente Penetrante	Dose na Pele	Equivalente de Dose Direcional $H'(0,07, \Omega)$	Equivalente de Dose Pessoal H_p (0,07)
	Dose na lente dos olhos	Equivalente de Dose Direcional $H'(3, \Omega)$	Equivalente de Dose Pessoal H_p (3)

Tem-se o equivalente de dose ambiente, H^* , o equivalente de dose direcional, H' , e o equivalente de dose pessoal, H_p .

Tabela 01 Uso das grandezas, de acordo com o tipo de radiação monitorada.

Fonte: (TAUHATA et al. 2014).

Tecido	Profundidade D (mm)	Direção específica
Pele	0,07	Ω
Cristalino	3	Ω

Tabela 02 Profundidade de determinação de dose efetiva em alguns tecidos.

Fonte: (TAUHATA et al. 2014).

As Diretrizes Básicas de Radioproteção concedida em norma pela Comissão

Nacional de Energia Nuclear CNEN NN 3.01 limita os valores de dose de acordo com a Tabela 03 se tratando dos princípios de justificação, otimização e limitação de dose estabelecidos pela ICRP - International Commission on Radiological Protection (GOMES, MANGUEIRA, 2019).

Categoria de Exposição	Valores dos Limites de Dose
Exposição Ocupacional	
Exposição ocupacional para exposições planejadas	20 mSv/a
Cristalino	150 mSv/a
Pele	500 mSv/a
Mãos e Pés	500 mSv/a
Mulher Grávida	1 mSv/a para embriões
Exposição do Público	
Exposição do Público	1 mSv/a
Cristalino	15 mSv/a
Pele	50 mSv/a

Tabela 03 Limites de dose da ICRP 103 e CNEN 3.01.

Fonte: (GOMES, MANGUEIRA, 2019).

Todos os IOE's que trabalharem diretamente com radiação ionizante precisam portar durante toda a sua jornada de trabalho o medidor individual (dosímetro) que é pessoal e intransferível e ele possui a funcionalidade de quantificar a radiação recebida pelo profissional durante o período trabalhado (NOVAIS et al. 2017).

Uma pesquisa realizada em 2019 sobre a proteção radiológica na perspectiva dos profissionais de saúde expostos à radiação com o intuito de extrair dos profissionais da saúde um reflexo sobre suas atuações perante a exposição e proteção radiológica no dia a dia e causar nos gestores uma atitude mediante a radioproteção. Essa pesquisa ocorreu em um Hospital Escola de uma universidade comunitária (BATISTA et al. 2019).

Um total de 59 pessoas participaram da pesquisa, (45 mulheres), com média de idade de 33 anos, dos mais diversos setores do hospital, como mostra na figura 03 um gráfico sobre a primeira pergunta aos profissionais que trabalham em setores com radiação ionizante, com a pergunta sobre radioproteção obtiveram as seguintes respostas de 60% dos entrevistados sempre utilizam a proteção radiológica no seu dia a dia com frequência no trabalho, contudo um número relativamente alto de 14% nunca utilizam, número preocupante, se levar em consideração a periculosidade dos riscos com a radiação ionizante (BATISTA et al. 2019).

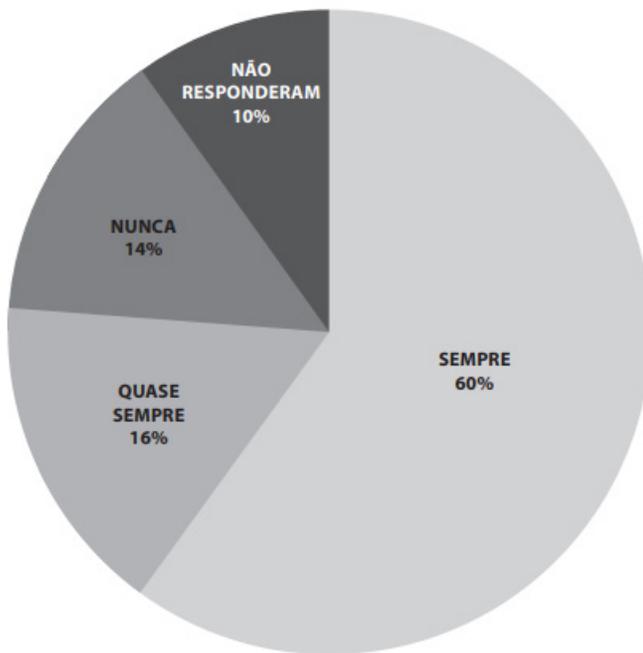


Figura 03 Frequência com que adotam as atitudes de radioproteção.

Fonte: (BATISTA et al. 2019).

Em outra pesquisa realizada por Batista e Rosenstock (2016), realizado na UTI do hospital Universitário na Paraíba, mais de 20% dos entrevistados relataram que são expostos aos riscos da radiação no local de trabalho diariamente, visto que é comum a utilização de exames de imagens como Raios X no leito para conferencia de inúmeros procedimentos de cateteres, sondas e acessos venosos e apontou ainda o estudo que essa exposição ocorria muitas vezes pela não ciência da legislação prevista pelos profissionais daquele setor.

Com base nessa pesquisa ao Hospital Universitário da Paraíba, a existência da ausência de medidas para proteger os profissionais do setor da UTI, assim como sensibilizar os profissionais que atuam em diversas áreas mais que suas funções os expõe a radiação ionizante, devendo desenvolver ações de educação permanente nos diversos setores hospitalares uma vez que os exames com a utilização de radiação ultrapassam os limites do setor especificamente radiológicos (BATISTA; ROSENSTOCK, 2016).

Importante ainda frisar sobre proteção radiológica dos IOE's e público em geral, são três pontos importantes a serem considerado, o tempo, a distância e a blindagem, onde o tempo de exposição deve ser o menor possível desde que não atrapalhe a qualidade do exame realizado, o trabalhador deve estar o mais distante que conseguiu na hora do disparo da radiação, e a blindagem deve ser específica para cada tipo de energia que for ser

utilizada para a realização do método diagnóstico, sendo esses três pilares cruciais para a radioproteção (LEITE et al. 2020).

DOSE EQUIVALENTE	TRABALHADOR	INDIVÍDUO DO PÚBLICO
Dose equivalente efetiva	50 mSv (5 rem)	1 mSv (0,1 rem)
Dose equivalente para órgão ou tecido T	500mSv (50 rem)	1 mSv/wT (0,1 rem/wT)
Dose equivalente para pele	500 mSv (50rem)	50 mSv (5 rem)
Dose equivalente para o cristalino	150 mSv (15 rem)	50 mSv (5 rem)
Dose equivalente para extremidades (mãos, antebraços, pés e tornozelos)	500 mSv (50 rem)	50 mSv (5 rem)

Tabela 04 Limites primários anuais de dose.

Fonte: (LEITE et al. 2020).

Na tabela 04 mostrada a cima tem os valores expressos em Milisievert (mSv) como doses equivalentes para trabalhadores (IOE's) e Indivíduos do público em geral (LEITE et al. 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa revisão bibliográfica ficou entendendo a grande importância do conhecimento da proteção radiológica desde os seus primórdios com a criação de instituições que viessem a regulamentar e estruturar a proteção radiológica dos profissionais e do público em geral que por ventura venha a ser exposto a radiação ionizante acometendo os efeitos biológicos das radiações ocasionando mudanças e até mutações genéticas por consequência na energia irradiante.

Foi colhida algumas pesquisas sobre o tema relacionado que forma fundamentais para a contextualização da temática para entendimento prático do risco causado aos profissionais da saúde que não possuem a informação necessária para que possam se proteger do dano causado pela Radiação X.

Existem limites de exposição para o público em geral, os profissionais de saúde bem como limites tolerados por regiões específicas do corpo e foi uma informação bem explanada neste trabalho.

REFERÊNCIAS

BATISTA, HML; ROSENSTOCK, KIV. Dispositivos de Proteção Radiológica Utilizados pelos Profissionais de Enfermagem. Revista Campo do Saber, Paraíba PB, v.2, n.1, 2016.

BATISTA, VMD; BERNARDO, MO; MORGADO, F; ALMEIDA, FA. Proteção radiológica na perspectiva dos profissionais de saúde expostos à radiação. REBEn - Revista Brasileira de Enfermagem: Trabalho e Gestão em Enfermagem, Sorocaba SP, p. 9-16, 2019.

BIASOLI Jr. A; Técnicas Radiográficas: princípios físicos, anatomia básica, posicionamento, radiologia digital, tomografia computadorizada. Editora Rúbio. Rio de Janeiro RJ, 2ª Edição, 2014.

DOROW, PF; MEDEIROS, C. Proteção Radiológica no Diagnóstico e Terapia, Florianópolis SC, 1º Edição. 2019.

GODOY, JVS; GODOY, JS; COSTA, CDD. Conhecimento da Radioproteção em Unidade Ortopédica da Cidade De Ceres-Go. REFACER - Revista Eletrônica da Faculdade de Ceres, Ceres GO, v. 7, n. 1, 2018.

GOMES WDS, MANGUEIRA TF. A Evolução da Redução de Doses de Radiação Ionizante Incorporado às Normas Nacionais de Proteção Radiológica. Anais do 17 Simpósio de TCC e 14 Seminário de IC do Centro Universitário ICESP. Brasília DF, 2019.

LEITE, FS; MEDEIROS, MFCZ; MILITÃO, AO; BRAGA, LGO; VASCONCELOS, DSC. Análise de Conformidade de Radioproteção nos Serviços de Odontologia. Tema em Saúde, João Pessoa PB, v.20, n.1, 2020.

NOVAIS, MAS; SILVA, JCV; MATTOS, LS; CAMPOS, MC. Proteção Radiológica No Setor De Radiologia. 16º Congresso Nacional de Iniciação Científica: Centro Universitário Anhanguera, São Paulo SP, 2017.

PRESTES JCA, KAWAKITA S, SILVA EAB. Risco da exposição à radiação do profissional de enfermagem nos serviços de hemodinâmica. Revista Brasileira de Física Médica, São Paulo SP, 2018.

TAUHATA, L; SALATI, I; PRINZIO, RD; PRINZIO, ARD. Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos. Instituto de Radioproteção e Dosimetria Comissão Nacional de Energia Nuclear, Rio de Janeiro RJ, 10ª Edição, 2014.

SOBRE O ORGANIZADOR

RENAN MONTEIRO DO NASCIMENTO - Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado da Bahia - UNEB (2013). É Especialista em Gestão do Trabalho Pedagógico pela Faculdade Vale do Cricaré - FVC (2013); Especialista em Meio Ambiente e Sustentabilidade pela Faculdade Vale do Cricaré - FVC (2014); Possui Especialização em Análises Clínicas e Microbiologia pela Universidade Candido Mendes - UCAM (2016); Obteve seu Mestrado em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC (2016). Em 2012 foi Pesquisador do Laboratório de Biologia da UNEB; De 2014 a 2016 atuou como Pesquisador no Laboratório de Citogenética e Biologia Molecular do Centro de Biotecnologia e Genética (CBG) da UESC. Desenvolveu pesquisas na área de Microbiologia, Genética Molecular e Biologia Evolutiva, atuando principalmente nas seguintes linhas: microrganismos patogênicos presentes na água; citogenética animal de himenópteros; filogenia e evolução molecular de meliponíneos. Foi Docente no Ensino Fundamental no Colégio Alfa da Rede Pitágoras lecionando a disciplina de Ciências (2013-2014). Possui experiência no Ensino Médio ministrando a disciplina de Biologia no Colégio Polivalente de Caravelas (2017). De 2017 a 2020 foi professor no Centro Territorial de Educação Profissional do Extremo Sul (CETEPES) nas seguintes disciplinas: Biologia; Química; Anatomia e Fisiologia Humana; Bioquímica Básica; Imunologia Básica; Histologia; Hematologia; Bacteriologia; Microbiologia; Parasitologia; Biossegurança; Políticas Públicas em Saúde; Físico-Química; Metodologia do Trabalho Científico; Gestão de Qualidade, Saúde e Meio Ambiente; Monitoramento, Controle e Manutenção Ambiental; Aspectos e Impactos Ambientais. Foi Professor Substituto na Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB (2018-2020) atuando como Professor Tutor no Colegiado de Medicina da UFSB e lecionando as seguintes disciplinas: Biologia Celular; Genética Básica; Histologia e Embriologia; Concepção e Formação Humana; Sistemas de Controle Homeostáticos e Alostáticos; Bases Morfofuncionais Humanas. Atualmente cursa o Doutorado em Patologia Molecular na Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília e é Pesquisador no Laboratório de Bioquímica e Química de Proteínas do Departamento de Biologia Celular e no Laboratório de Biologia e Conservação de Morcegos do Departamento de Zoologia no Instituto de Ciências Biológicas (IB) da UnB. O autor tem se dedicado a desenvolver estudos na linha de pesquisa "Bioquímica e Biologia Molecular de Microrganismos" realizando um estudo do viroma de morcegos para futuras publicações em periódicos nacionais e internacionais.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 18, 53, 54, 59, 60, 99, 121, 194, 196
Aminas biogénicas (ABs) 123, 124, 125, 126, 129, 131, 134, 135, 136
Análise estatística 62, 66, 67, 77
Anatomia animal 92, 97
Arboviroses 81, 84, 90
Arsênio 9, 11, 14, 19, 21
Avaliação geriátrica 27
Aves 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 108, 113, 114, 117, 122, 140

B

Bacillus thuringiensis 81, 84, 85, 90, 91
Bogotá 123, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 136

C

Cádmio 9, 10, 12, 16, 19, 20, 22
Câncer de mama 75, 76, 77, 78
Chumbo 9, 10, 11, 15, 19, 20, 22, 24, 41
Colombia 123, 124, 125, 126, 135, 136
Composição corporal 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36
Conservação 105, 120, 141, 143, 146, 159, 203
Constritoras 105, 108
Contaminantes 9, 11, 13, 19, 20, 21, 63, 125, 133, 134
Corujinha-do-mato 92, 93, 96, 97, 100, 101

D

Doenças infecciosas emergentes 137, 140

E

Ecologia 137, 138, 139, 140, 147, 148, 149
Educação básica 52, 54
Ensino 43, 48, 52, 54, 59, 60, 203
Enterococcus faecalis 124, 132, 133
Escorpiões 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Escorpionismo 1, 2, 8

Esqueleto 14, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99

Estanho 9, 10, 13, 18, 19, 20, 22

F

Fragilidade 26, 27, 29, 30, 33, 34, 35, 36

G

Guaymaral 123, 124, 125, 126, 130, 132, 133, 134, 136

H

Humedales 124, 126, 129, 130, 131, 133

I

Inorgânicos 9, 10, 11, 13, 18, 19, 20, 21

Inseticidas 81, 86, 88

Intoxicação 1, 2, 3, 4, 14, 15, 21

J

Jaguarão 62, 63, 64, 65, 71, 72

M

Mastectomia 75, 76, 77, 78, 79

Meio ambiente 10, 24, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 65, 72, 81, 85, 90, 120, 146, 147, 203

Mercúrio 9, 10, 12, 17, 19, 20, 24, 25

Metálicos 9, 11, 21

Mosquitos 81, 82, 84, 85, 87, 89, 90

N

Não peçonhentas 104, 119

Neoplasias da mama 75

O

Ossos 15, 16, 18, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 110

P

Pacientes 5, 38, 46, 49, 75, 76, 77, 78, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 178, 179, 181, 183, 184, 186

Pandemias 137, 140, 146, 147

Parâmetro 71

Pet 102, 104, 105, 106, 120

Primeiros socorros 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61

Professores 52, 54, 55, 59, 60, 61

Q

Qualidade de água 62

R

Répteis 104, 105, 106, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122

S

Salmonella sp. 124, 125, 132, 133

Salud pública 124, 125, 132, 133

SARS-CoV-2 137, 138, 143, 144, 145, 146, 149

Saúde do idoso 26, 27, 29

Saúde mental 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51

Serpente 108, 116, 118, 122

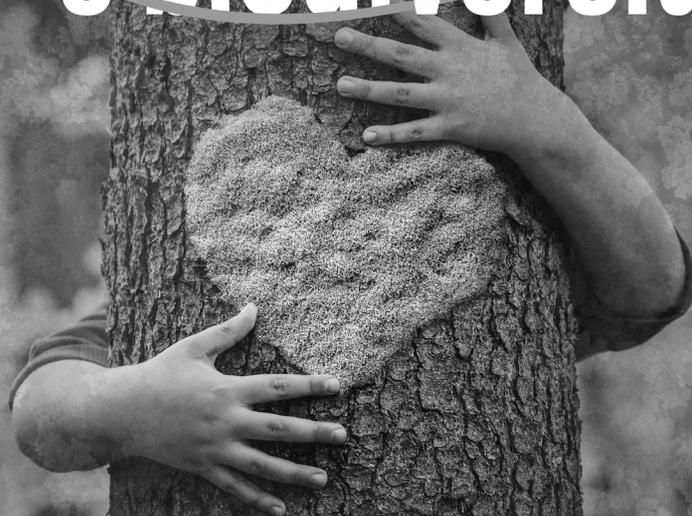
T

Transbordamento 137, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147

V

Veneno 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 108

Saúde, *meio ambiente* e biodiversidade



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

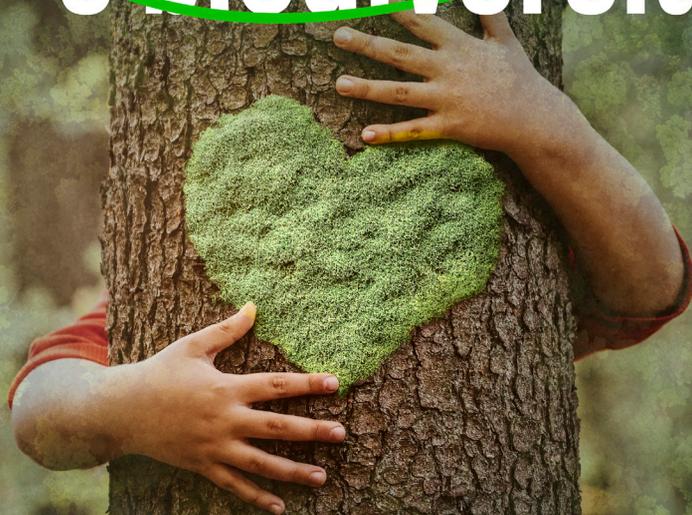
www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021



Saúde, *meio ambiente* e biodiversidade



www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2021