

O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces



Poliana Arruda Fajardo
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2021

O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces



Poliana Arruda Fajardo
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

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.



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

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. 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^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

O fortalecimento intensivo das ciências biológicas e suas interfaces

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Poliana Arruda Fajardo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F736 O fortalecimento intensivo das ciências biológicas e suas interfaces / Organizadora Poliana Arruda Fajardo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-809-0

DOI 10.22533/at.ed.090211102

1. Ciências biológicas. I. Fajardo, Poliana Arruda (Organizadora). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.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.

APRESENTAÇÃO

A obra “O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces” apresenta artigos de todo o território nacional que demonstram exatamente essa característica das Ciências Biológicas: suas diversas conexões com outras áreas o que a torna a cada dia mais imprescindível para a construção de uma sociedade mais sustentável.

Assim em seus 19 capítulos este *e-book* apresenta artigos que envolverão o(a) leitor(a) em temas que evidenciam essa interface como: educação em saúde prevenção de patologias a formação inicial de estudantes da área imunologia e imunogenética biodigestão anaeróbia interações moleculares de medicamentos no corpo humano modelo didático de anatomia humana plantas invasoras detecção de bactérias em alimentos crus efeitos de herbicidas em peixes registro de lobo marinho subantártico no litoral paulista otimização de técnicas para estudo de câncer de intestino síndrome metabólica em idosos utilização de música para o trabalho com questões de gênero na disciplina de Biologia do Ensino Médio propriedades físicas do solo em diferentes usos na floresta Amazônica e abordagem do atropelamento de fauna em estudo de impacto ambiental.

Essa variedade de temas corrobora portanto a importância e o fortalecimento das Ciências Biológicas não somente para a pesquisa científica como também para o cotidiano e formação de profissionais da Educação Medicina Farmácia Geologia Educação Física Engenharia de alimentos Engenharia Agrônoma Engenharia Civil e até mesmo Ciências Sociais entre tantos outros.

Considerando-se o exposto e agradecendo a todos(as) os(as) autores(as) bem como à estrutura disponibilizada pela Atena Editora em sua plataforma digital desejo uma ótima leitura bem como ampliação e aprofundamento de conhecimentos com os trabalhos aqui apresentados.

Poliana Arruda Fajardo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

A IMPORTÂNCIA DA HIGIENE PESSOAL NA PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS TRANSMITIDAS EM BANHEIROS ESCOLARES: RELATO DE EXPERIÊNCIA BASEADO NO ARCO DE MAGUEREZ

Ana Carla Vilhena Barbosa
Georgia Helena de Oliveira Sotirakis
Juciane Sousa Dias
Maria das Graças Carvalho Almeida
Paulo Elias Gotardelo Audebert Delage

DOI 10.22533/at.ed.0902111021

CAPÍTULO 2..... 11

APLICAÇÃO DE UM INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO: EVOLUÇÃO NA FORMAÇÃO INICIAL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Gabriel Sevilha
Fernanda da Rocha Brando Fernandez

DOI 10.22533/at.ed.0902111022

CAPÍTULO 3..... 29

ATIVIDADES REALIZADAS PELA LIGA ACADÊMICA DE IMUNOLOGIA BÁSICA E IMUNOGENÉTICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Jeane Eliete Laguila Visentainer
Larissa Danielle Bahls Pinto
Mariana de Souza Terron Monich
Lais Maria Barazzetti Pereira da Silva
Felipe Antonio Carvalho da Costa
Gabriela Franco de Oliveira Barbosa
Maelly Thaís da Silva
Mariana Bonfim Track
Roberta Gabrielly Borges Araújo
Vitória Monteiro de Araújo Vilela
Pedro Henrique Rodrigues do Amaral
Wellington Dias Liziero

DOI 10.22533/at.ed.0902111023

CAPÍTULO 4..... 33

BIODIGESTÃO ANAERÓBIA EM SUBSTRATO COM ALTAS CONCENTRAÇÕES DE SULFATO

Gabriela Maria Ferreira Lima Leite
Rubens Perez Calegari
Tamires Marques Faria
Laysa Maciel Lewandowski Meira Prado
Eric Alberto da Silva
Maria Carolina Pastre
Layna Amorim Mota
Antonio Sampaio Baptista

DOI 10.22533/at.ed.0902111024

CAPÍTULO 5	49
CARACTERIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES MOLECULARES ENTRE METFORMINA E FATOR INTRÍNSECO HUMANO	
Mayse Manuele Freitas Viana Leal	
Dijanah Cota Machado	
Janilson José da Silva Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.0902111025	
CAPÍTULO 6	55
CONFEÇÃO DE MODELO DIDÁTICO USANDO CRÂNIO HUMANO: UMA FERRAMENTA PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM DE ANATOMIA	
Bruna Fátima Sczepanhak	
Jéssica Correia de Oliveira	
Marcia Miranda Torrejais	
Angelica Soares	
DOI 10.22533/at.ed.0902111026	
CAPÍTULO 7	62
EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO METILARSENATO MONOSSÓDICO (MSMA) NA MORFOLOGIA PROTÁTICA DE RATOS WISTAR MACHOS	
Pedro Víctor de Carvalho Costa	
Igor Buzzatto Leite	
Thaís Metzker Pinto	
Juliana Castro Monteiro Pirovani	
DOI 10.22533/at.ed.0902111027	
CAPÍTULO 8	74
EFEITOS DO FORMALDEÍDO SOBRE O APARELHO REPRODUTOR MASCULINO E FEMININO E NO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E FETAL DE RATOS WISTAR	
Ana Rosa Crisci	
Júlia Marcolino Perdiz	
Jeovan dos Santos Macedo	
Wilson Roberto Malfará	
Amadeu Pasqualim Neto	
Lucila Costa Zini Angelotti	
DOI 10.22533/at.ed.0902111028	
CAPÍTULO 9	85
EPIDEMIOLOGIA MOLECULAR E DETECÇÃO DE GENES DE ENTEROTOXINAS DE ESCHERICHIA COLI EM ALIMENTOS CRUS	
Leonardo Copetti da Silva	
Renata de Alcântara Fenner	
Natasha de Oliveira Machado	
Bruna Nathiely Werberich da Costa	
Elisson Furlan Figueiredo	
Carina Sperotto Librelotto	
DOI 10.22533/at.ed.0902111029	

CAPÍTULO 10..... 96

INTRODUÇÃO E OCUPAÇÃO DAS FITO INVASORAS *CRYPTOSTEGIA MADAGASCARIENSIS* BOJER EX DECNER E *PROSOPIS JULIFLORA* (SW.) DC. NO NORDESTE BRASILEIRO

Francisca Renata Alves de Lima

Oriel Herrera Bonilla

Ivina Beatriz Menezes Farias

Natália Morena Fernandes Soltys

Sandro Ferreira do Nascimento

Klever Cavalcante da Silva

DOI 10.22533/at.ed.09021110210

CAPÍTULO 11..... 108

MEDIAÇÃO NO ENSINO E SENSIBILIZAÇÃO EM TEMPOS DE CRISE: RELATO DE EXPERIÊNCIA NO PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA – PIBID

Andreza Aquino Pereira

Karolina Felizardo dos Santos

Antônio Maxuel Lima da Silva

Ednalva da Silva Santos

Dayana Menezes dos Santos

Vanda Lúcia Roseno Batista

Francisco Walison dos Santos Machi

DOI 10.22533/at.ed.09021110211

CAPÍTULO 12..... 120

NÍVEIS PROTEICOS DE PEIXE-ZEBRA (*DANIO RERIO*) EXPOSTOS A DUAS FORMULAÇÕES DE HERBICIDA

Taisson Kroth Thomé da Cruz

Manoel Francisco Mendes Lassen

Tamiris Rosso Storck

Aline Monique Blank do Amaral

Dionatan de Pellegrin

Vania Lucia Loro

DOI 10.22533/at.ed.09021110212

CAPÍTULO 13..... 127

REGISTROS DE LOBO-MARINHO SUBANTÁRTICO (*ARCTOCEPHALUS TROPICALIS*) NA PORÇÃO CENTRAL DO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO NO PERÍODO ENTRE 1998 E 2007

André Fabiano de Castro Vicente

Fernando Siqueira Alvarenga

DOI 10.22533/at.ed.09021110213

CAPÍTULO 14..... 132

OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE REAL TIME-PCR PARA ANÁLISE QUANTITATIVA DA EXPRESSÃO DE GENES RELACIONADOS AO CÂNCER DE INTESTINO

Rafaela Ansiliero

César Milton Baratto

DOI

CAPÍTULO 15..... 145

PERFIL MICROBIOLÓGICO E SENSIBILIDADE ANTIMICROBIANA DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA A SAÚDE DAS UTIS DO HOSPITAL LAURO WANDERLEY - UFPB EM 2018

Tháís de Souza de Matos
Bruno Henrique Andrade Galvão
Denyse Luckwu Martins
Francisca de Sousa Barreto Maia
Francisco de Assis Silva Paiva
Alba Lúcia Maria da Costa Carvalho

DOI 10.22533/AT.ED.09021110215

CAPÍTULO 16..... 153

PREVALÊNCIA DA SÍNDROME METABÓLICA EM IDOSOS FREQUENTADORES DO LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO FÍSICA E PRÁTICA ESPORTIVA DA UNIVERSIDADE DE MARÍLIA/SP

Jaqueline Catarina Martins
Carolina Pereira de Moura
Guilherme da Silva Araujo

DOI 10.22533/AT.ED.09021110216

CAPÍTULO 17..... 166

PROBLEMATIZANDO AS QUESTÕES DE GÊNERO E AS SEXUALIDADES ATRAVÉS DA MÚSICA NO ENSINO BIOLOGIA

Alan Belizário Cruz
Gizeuda Fernandes da Silva Araújo
Lara Rhayanne Fernandes Xavier
Maria Jamilis da Silva Santos
Maria Eudair Oliveira da Silva
Maria Edilania da Silva Serafim Pereira
Socorro Marcia Gomes Torres
Francileide Vieira Figueiredo
Cicero Magerbio Gomes Torres

DOI 10.22533/AT.ED.09021110217

CAPÍTULO 18..... 178

PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES USO DA TERRA NO DE ESTADO DE RORAIMA BRASIL

Arnoldo Marcílio Gonçalves dos Santos
Alcides Gatto
Sônia Sena Alfaia
Fabiana Piontekowski Ribeiro
Marco Bruno Xavier Valadão

DOI 10.22533/AT.ED.09021110218

CAPÍTULO 19.....	190
ATROPELAMENTO DE FAUNA SILVESTRE E MEDIDAS MITIGADORAS. ESTUDO DE CASO DA BR-101/BA	
Nadine Helena Leal	
Maria Dolores Alves dos Santos Domit	
Joyce Silvestre	
DOI 10.22533/AT.ED.09021110219	
SOBRE A ORGANIZADORA.....	198
ÍNDICE REMISSIVO.....	199

CAPÍTULO 1

A IMPORTÂNCIA DA HIGIENE PESSOAL NA PREVENÇÃO DE PATOLOGIAS TRANSMITIDAS EM BANHEIROS ESCOLARES: RELATO DE EXPERIÊNCIA BASEADO NO ARCO DE MAGUEREZ

Data de aceite: 04/02/2021

Data da submissão: 18/12/2020

Ana Carla Vilhena Barbosa

Universidade do Estado do Pará
Belém - Pará

<http://lattes.cnpq.br/9990891735076432>

Georgia Helena de Oliveira Sotirakis

Universidade do Estado do Pará
Belém - Pará

<http://lattes.cnpq.br/7109073918515590>

Juciane Sousa Dias

Universidade do Estado do Pará
Santa Izabel do Pará – Pará

<http://lattes.cnpq.br/5219751278150621>

Maria das Graças Carvalho Almeida

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/5172575470726084>

Paulo Elias Gotardelo Audebert Delage

Universidade do Estado do Pará
Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/3679696815542979>

RESUMO: O presente trabalho trata-se de um relato de experiência cujo objetivo é descrever a vivência das acadêmicas de enfermagem da Universidade do Estado do Pará em uma pesquisa baseada no Arco de Magueréz a fim de prevenir conscientizar e promover educação em saúde. O problema evidenciado foi relativo a inadequações no uso dos banheiros uma vez

que este foi identificado como um dos principais problemas vividos e observados tanto pelas pesquisadoras quanto pelos alunos da escola. Os banheiros escolares são vetores no processo de transmissão de infecções e parasitoses se não forem higienizados adequadamente tornam-se ambientes propícios à instalação de microrganismos patogênicos. Os métodos utilizados para embasamento teórico e científico foram: aplicação de formulários; coleta de material microbiológico e ação educativa culminando na chamada “volta à realidade” proposta pelo Arco de Magueréz. A experiência teve como resultado uma integração entre os alunos e as pesquisadoras somando conhecimento na formação acadêmica e profissional das acadêmicas. Com isso considera-se importante a prática de prevenir com qualidade retratando o compromisso da Enfermagem com a educação em saúde.

PALAVRAS - CHAVE: Enfermagem. Prevenção. Banheiros. Escola. Educação em saúde.

THE IMPORTANCE OF PERSONAL HYGIENE IN THE PREVENTION OF PATHOLOGIES TRANSMITTED IN SCHOOL BATHROOMS: EXPERIENCE REPORT BASED ON THE ARCO DE MAGUEREZ

ABSTRACT: The present work is an experience report whose objective is to describe the experience of nursing students at the University of the State of Pará in a research based on the Arco de Magueréz in order to prevent raise awareness and promote health education. The problem evidenced was relative to inadequacies

in the use of bathrooms this problem was identified as one of the main problems experienced and observed by both researchers and school students. School bathrooms are vectors in the process of transmitting infections and parasitosis if they are not properly sanitized they become conducive environments for the installation of pathogenic microorganisms. The methods used for theoretical and scientific basis were: application of forms; collection of microbiological material and educational action culminating in the so-called “return to reality” proposed by Arco de Maguerez. The experience resulted in an integration between students and researchers adding knowledge in the academic and professional training of the academics. Thereat the practice of preventing with quality is important representing Nursing’s commitment to health education.

KEYWORDS: Nursing. Prevention. Bathrooms. School. Health education.

1 | INTRODUÇÃO

Bordenave e Pereira (1989 apud Berbel 1998) propõem um esquema chamado de Arco de Maguerez. Tal arco parte da realidade social e após análise levantamento de hipóteses e possíveis soluções retorna à realidade. Para o desenvolvimento dessa metodologia é necessário seguir alguns passos: Observação da realidade (levantamento do problema); pontos chaves; teorização; hipóteses de solução e a aplicação à realidade (prática). (BORDENAVE; PEREIRA 1989 apud BERBEL 1998 p. 141-142). Conforme os pensamentos de Berbel (1998) verifica-se que a metodologia dos desafios privilegia a construção de conhecimentos a partir de uma situação problema.

O presente trabalho apresenta uma experiência realizada em uma escola estadual de ensino fundamental de médio porte em Belém/PA por meio de visitas para a observação da realidade e identificação dos problemas com aplicação de questionários e coleta de materiais para análise laboratorial tendo como público-alvo os alunos. Foram realizadas pesquisas em relação às escolas e os locais dela que podem ter uma maior quantidade de parasitas. E dentre todos os locais (sala de aula cantina banheiro pátio de recreação bebedouro) de acordo com Santana (2013) um dos mais prováveis para contaminação foi o banheiro escolar o qual muitas vezes não é higienizado adequadamente e nem sempre possui recursos próprios para a higienização do ambiente e dos alunos que irão utilizá-lo.

Conforme preconiza o MEC (BRASIL 2008) deve ser discutida na comunidade escolar a relação entre higiene saúde e condição de vida. Pois é um direito da população viver em condições adequadas de higiene e saúde a educação deve ser capaz de modificar hábitos e comportamentos dos indivíduos. “As parasitoses ao longo dos séculos vem causando sérios problemas de saúde pública no Brasil. [...] a população encontra-se exposta aos riscos de infecção por diferentes tipos de parasitos [...] os quais representam sérios problemas à saúde humana”. (CONCEIÇÃO; SANTOS; NASCIMENTO 2012 p. 2). De todas as faixas etárias pode-se perceber que o grande fator de risco onde há um alto índice de doenças parasitárias é na fase escolar entre crianças e adolescentes.

Tal fato ocorre por não ser previsto no conteúdo programático regular a educação

sanitária na idade escolar. A Base Nacional apresenta os conteúdos para áreas de linguagem matemática ciências da natureza e ciências humanas em cada etapa escolar do estudante. (PORTAL BRASIL 2015). Logo como não há um incentivo do governo no ensino de higiene a escola por ser um local de convívio social e de compartilhamento de espaços torna-se um fator que interfere constantemente na manifestação de patologias.

A prática da educação para higiene visa facilitar ao aluno a apropriação do conhecimento científico a respeito de si mesmo do seu próprio corpo e das condições em que vive. Ao perceber que este hábito colabora para uma melhoria de vida o aluno motivado poderá aplicá-lo em seu cotidiano (SILVA 2011). No entanto o aluno em sua grande parte deixa passar despercebido ou ignora os cuidados com a higiene pelo simples fato de não conhecerem o mundo microbiano ou de não o associar a real importância para a saúde (FEREZIM 2011).

Assim o presente trabalho visa apresentar uma experiência das pesquisadoras discentes na aplicação de uma ação para educação em saúde dentro desta perspectiva do Arco. A partir da pesquisa realizada foi possível identificar resultados que serão apresentados nas sessões a seguir a fim de expor os problemas gerais existentes na escola e especificamente a situação dos banheiros a conscientização realizada com o público-alvo e uma avaliação dos possíveis impactos da ação realizada naquele contexto.

2 | METODOLOGIA

A primeira visita à escola consistiu em uma observação assistemática da realidade seguindo a primeira etapa proposta pelo Arco de Magueréz. Ela foi realizada de forma conjunta analisando o espaço oferecido aos estudantes de forma que o grupo permaneceu unido observando um espaço por vez. Foi feita a divisão do trabalho onde uma pesquisadora observava os problemas outra registrava textualmente e a terceira fotografava. A partir do levantamento dos problemas foi definido que o tema a ser trabalhado seria relacionado à higienização das mãos e uso do banheiro pelos escolares.

Depois de definido o tema foi realizada uma segunda visita desta vez uma visita sistemática. Neste caso também houve a divisão de funções sendo duas pessoas responsáveis pela coleta de material micro-parasitológico das áreas do banheiro. Usando swab's placas de Petri tubo de ensaio solução salina e EPI's (jalecos e luvas) foram recolhidas amostras do mictório torneira da pia ar ambiente assento sanitário e descarga sendo os dois últimos referentes ao banheiro feminino e ao masculino. A terceira componente do grupo ficou responsável pela coleta das mãos de três pessoas após o uso do banheiro com o auxílio de swab's. Todas as pesquisadoras usaram os EPI's e armazenavam o material utilizado na coleta em um isopor pequeno para ser levado ao laboratório da Universidade do Estado do Pará para uma posterior análise sendo que essa coleta foi posteriormente cultivada em meios de cultura (Ágar Nutriente Ágar Sangue e

Ágar Manitol).

Em seguida foi realizada uma entrevista com a aplicação de um formulário elaborado pelas pesquisadoras com o objetivo de coletar dados estatísticos sobre os conhecimentos e as atitudes dos alunos. O método usado foi o de entrevista o qual foi desempenhado por duas componentes do grupo onde os alunos respondiam as perguntas presentes no questionário e as pesquisadoras preenchiam as respostas. Foi aplicado tanto com as pessoas após o uso dos banheiros quanto nas que estavam no recreio ao total foram recolhidas 13 amostras para estudo (9 amostras coletadas dos banheiros e 4 amostras coletadas das mãos dos alunos) e 10 pessoas foram entrevistadas.

A volta à realidade finalizando o Arco de Maguerez teve culminância no retorno à Escola Paulo Maranhão com a aplicação da atividade de educação em saúde. Antes do início da ação foram colocados cartazes lúdicos e setas no pátio seguindo pelo corredor direito da escola até chegar à cantina (local de execução) a fim de despertar curiosidade e interesse em participar da ação. No primeiro momento da atividade foi feita uma roda de conversa pelas pesquisadoras onde foi abordada a questão sobre a microbiota normal do ser humano (transitória e residente) os lugares públicos sendo vetores de microrganismos patogênicos assim como foi apresentado os resultados encontrados - por meio de coletas de material biológico - nos banheiros e nas mãos mostrando também as prováveis patologias transmitidas e como é importante realizar a higienização pessoal.

Ao fim da roda de conversa foi realizada uma dinâmica de fixação para os alunos por meio de um Jogo de Tabuleiro Gigante em forma de uma gincana de grupo. Dividiu-se em três equipes de cinco pessoas onde entre eles foi escolhido um para ser representante do grupo e um para agir como peão o qual se movimentou pelo tabuleiro e estava com um colete referente à cor da equipe.

Cada equipe na sua vez lançava o dado – o qual possuía as cores verde amarelo e vermelho – para pegar a pergunta de acordo com a cor lançada. Foram feitas 18 cartas separadas em três níveis com uma cor equivalente as representadas no dado (fácil/verde médio/amarelo e difícil/vermelho) com perguntas referentes a roda de conversa as quais foram de verdadeiro ou falso de alternativas e dissertativas. Os membros da equipe puderam trocar ideias entre si antes de dar a resposta final que foi dita pelo representante da equipe e cada vez que a equipe acertava a pergunta da carta escolhida o peão avançava uma casa no tabuleiro. Ao final do jogo ganhou à equipe que conseguiu alcançar a chegada levando o prêmio que continham doces e salgados. Independentemente de ter ganhado a dinâmica ou não todos os alunos participantes receberam de brinde o Álcool em gel.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da visita assistemática pôde-se notar a presença de entulhos como cadeiras empilhadas e restos de construção garrafas pet e embalagens de salgadinhos formando

acúmulos com grande potencial proliferativo de doenças assim como foi constatada a proximidade entre a caixa d'água e a fossa podendo ocasionar a contaminação da água fornecida pela escola. A cantina por sua vez fica no mesmo espaço dos banheiros favorecendo assim a proliferação de infecções ocasionado pela má higienização e a proximidade dos locais. A figura 1 a seguir evidencia o que foi encontrado na visita assistemática onde pode-se observar alguns dos dados acima mencionados como: "A" representa as cadeiras empilhadas; "B" representa os entulhos resto de construção garrafas PET e embalagens de salgadinhos e "C" representa a proximidade entre a caixa d'água e a fossa.



Figura 1: Estrutura do espaço escolar.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Apesar da gravidade de tais problemas o tema escolhido foi "A importância da higiene pessoal na prevenção de patologias transmitidas em banheiros escolares" em razão de ser um assunto que precisava de esclarecimento tanto pela precariedade da estrutura oferecida quanto pela falta de conhecimento por parte dos alunos sobre esse tema.

No objeto de estudo (banheiros) observou-se a má estrutura oferecida sobretudo no banheiro masculino onde foi notória a falta de papel higiênico e sabão líquido assim como a má higienização de ambos os banheiros (presença de terra limo e sangue menstrual em um dos vasos sanitários femininos) o uso improvisado de um mictório que nada mais era que parte de um bebedouro e também a substituição de uma lixeira usual por um balde.

A figura 2 evidencia a falta de recursos que os banheiros apresentaram frente à observação assistemática. A parte "A" exhibe a falta de torneiras para a realização de lavagem das mãos "B" mostra a falta de papel higiênico e o uso de baldes como lixeira e "C" por sua vez demonstra o mictório que é composto por parte de um bebedouro.



Figura 2: Má estrutura oferecida pelos banheiros da escola.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Como resultado das entrevistas relacionadas ao formulário aplicado verificou-se na primeira e segunda pergunta (“Você realiza a lavagem das mãos após usar o banheiro?” e “Como você lava as mãos?” respectivamente) que 50% dos participantes não realizam práticas de higiene enquanto os outros 50% dividem-se entre os que realizam práticas de higiene de forma correta (10%) os que realizam de forma incorreta por não saber (10%) e os que sabem o procedimento correto porém não o fazem (30%).

Referente à terceira pergunta do formulário (“Você acha que a sua mão está limpa? Por quê?”) foi notório que 40% não souberam responder e os outros 60% alegaram que a mão não estaria limpa ou porque não possuem recursos para uma higienização adequada (30%) ou devido à mão possuir microrganismos (20%) ou em razão de ter entrado em contato com a genitália (10%).

Segundo as respostas direcionadas a quarta pergunta do formulário (“Você utiliza papel higiênico após urinar?”) 40% dos participantes utilizam o papel higiênico às vezes e o restante (60%) distribuem-se em não utilizar sendo os que não utilizam por não ter o material a disposição (30%) os que não gostam da utilização (10%) os que disseram não ser “coisa” de homem (10%) ou os que simplesmente não souberam responder (10%).

No que se refere à quinta pergunta do formulário (“A falta de higienização dos banheiros podem transmitir doenças? Quais?”) foi possível identificar que 70% dos entrevistados sabem que a falta de higiene nos banheiros podem transmitir doenças porém não sabem identificá-las e os outros 30% não souberam responder.

Referente à sexta pergunta do formulário “Você já contraiu alguma doença transmitida pelo banheiro escolar?” 60% dos entrevistados não têm certeza e 40% não contraiu.

Como resultado da sétima pergunta do formulário “Como você pode contribuir para melhorar a higiene do banheiro” foi obtido que 30% não sabem como contribuir 30% podem contribuir através da educação pessoal como puxar a descarga e descartar o lixo

em local adequado 40% respondeu que a higiene do banheiro pode ser feita por terceiros ou seja pelos funcionários da instituição para assim assegurar boas condições de higiene.

A partir da análise microscópica da coleta foi evidenciada a presença de sete bactérias de grande potencial patogênico que podem causar danos à saúde dos alunos e de todos que utilizam os banheiros. Foram encontradas as bactérias *Staphylococcus epidermidis* que pode causar Bacteremia – responsável pela meningite endocardite entre outros; *Staphylococcus aureus* que pode levar a casos de infecções piogênicas intoxicações e síndromes; *Pseudomonas aeruginosas* a qual pode ocasionar bacteremia severa infecção urinária e pneumonia; *Enterobacter* spp. responsável por provocar bacteremia osteomielite pneumonia e septicemia; *Acinetobacter* sp. agente causador de pneumonia sepse infecções de pele e feridas infectadas; *Escherichia coli* que pode fomentar a gastroenterite infecção urinária meningite e septicemia; *Klebsiella* sp. também causadora da pneumonia (TRABULSI 1999).

Como resultado da ação efetuada a partir da roda de conversa obteve-se uma maior compreensão acerca do assunto. Foi perceptível a vontade de aprender e entender mais sobre o assunto exposto contudo a estratégia de usar o assunto para elaborar as perguntas do jogo foi bem sucedida visto que os alunos tiveram maior atenção na hora da conversa. Nessa abordagem inicial que compreendeu no momento de reunir pessoas para participarem da atividade foi evidenciada certa dificuldade uma vez que os alunos se encontravam em horário de intervalo e estavam em sua maior parte aglomerados na cantina esperando o lanche outro fator que influenciou diretamente está relacionado à questão do barulho. Apesar dos entraves muitos tiveram interesse de participar. Porém a atividade foi realizada com um grupo de alunos de 25 pessoas.

Da dinâmica proposta a partir do relato feito por uma das alunas “Eu gostei muito porque a gente conseguiu aprender” foi perceptível a fixação do que tinha sido exposto pois a maioria das perguntas foi respondida de forma correta ou a resposta dada se aproximava do que as discentes haviam explicado expondo assim a dedicação e interesse dos alunos. Ao término da ação depois da disputa pelo prêmio de vencedor da gincana os alunos ficaram felizes e satisfeitos com a abordagem não somente quem ganhou à dinâmica pois todos que participaram ganharam o brinde proposto pelas pesquisadoras um pote de álcool em gel para o uso na higiene pessoal e foi notório que o brinde agradou aos alunos visto que muitos deles voltaram para adquirir mais.

A figura 3 a seguir representa momentos da atividade onde “A e B” evidenciam a roda de conversa e “C e D” a dinâmica do jogo de tabuleiro gigante.



Figura 3: Momentos da ação.

Fonte: Arquivo pessoal

Através da roda de conversa e a realização do jogo foi notória uma maior integração entre os alunos e as pesquisadoras favorecendo a execução da atividade; transformando a ação em uma experiência enriquecedora para a vida pessoal e principalmente acadêmica das discentes. Contribuindo para desenvolver o papel de educador em saúde auxiliando na prevenção de possíveis patologias. Bem como a experiência de desenvolver uma ação a partir de uma realidade. Por fim mesmo com a presença de alguns empecilhos a atividade foi realizada com sucesso.

A figura 4 evidencia o momento final e a integração entre as pesquisadoras e os alunos.



Figura 4: Momento final.

Fonte: Arquivo pessoal.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A higienização constitui uma importância privilegiada na prevenção de patologias principalmente aquelas transmitidas através dos banheiros coletivos sobretudo os escolares. A qual deve ser trabalhada para que haja um entendimento da relevância da sua prática bem como um ambiente favorável para sua realização. Visto que o simples ato de lavar as mãos adequadamente já elimina uma quantidade razoável de microrganismos contraídos no banheiro. Dessa maneira é imprescindível o valor do conhecimento acerca do assunto bem como a prática dele.

Da experiência observou-se que o modo lúdico de ensinar possibilitou o aprendizado mais rápido e eficaz. Pois no contexto escolar a brincadeira facilitou o entendimento do meio que os cercam a importância de uma higienização completa e adequada bem como as patologias que eles poderiam contrair não realizando os cuidados ensinados. Permitiu alertar sobre a existência de um mundo microbiológico que convive em conjunto com os seres humanos o qual não era muito falado e por isso não se dava a devida importância uma vez que as patologias que eles poderiam causar eram desconhecidas pelos alunos. Também foi possível estimular o uso consciente do banheiro e a manutenção da limpeza do ambiente.

Assim esta experiência de educação em saúde de forma lúdica promoveu um notório enriquecimento no processo ensino-aprendizagem tanto para os alunos quanto para as pesquisadoras discentes que de forma participativa apropriaram-se produziram e difundiram o conhecimento indo além do teórico. Bem como o conhecimento somado para a formação acadêmica e profissional. Nesse contexto foi possível as discentes-pesquisadoras interagirem conviver e a produzir a partir de uma realidade vivenciada.

Ainda há muito a ser feito mas espera-se que os resultados alcançados venham a estimular a realização de outras ações semelhantes capazes de detectar e divulgar a importância da prática de prevenir com qualidade a população retratando o compromisso da Enfermagem com a educação em saúde. Colocamos mais um degrau nessa longa escada que nos leva até a realização de nosso principal objetivo como enfermeiros que é prevenir com qualidade os jovens para que se tornem adultos saudáveis.

REFERÊNCIAS

BERBEL N.A.N. Metodologia da Problematização: uma alternativa metodológica apropriada para o Ensino Superior. **Semina** Londrina v. 16 n. 2 n. esp. p.9-19 1995.

BERBEL N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina**: Ciências Sociais e Humanas Londrina v. 32 n. 1 p. 25-40 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Higiene e segurança nas escolas**. Brasília: Universidade de Brasília 2008. Disponível em: portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/higiene.pdf. Acesso em: 27 mai 2017.

CONCEIÇÃO L. C. A.; SANTOS T. S.; NASCIMENTO L. M. M. Proposta de atividade lúdica para o

ensino das parasitoses destinada ao 2º ano do ensino médio. In: Colóquio Internacional “Educação e Contemporaneidade”. 5. 2012. São Cristóvão. **Anais**[...] Itabaiana: UFS 2012. p. 2.

FERESIN C.; OLIVEIRA E.D. Processo ensino-aprendizagem na saúde: discussões vivenciadas no curso de educação e formação em saúde. In: SILVA G.T. R.; ESPÓSITO V.H.C. **Educação e Saúde: cenários de pesquisa e intervenção**. São Paulo: Martinari 2011. p. 259-263.

PORTAL BRASIL. MEC propõe conteúdo básico que alunos devem aprender. In: **Portal Brasil**. 17 Set. 2015. Disponível em: www.brasil.gov.br. Acesso em: 29 Abr. 2017.

SANTANA L.M.C.; PEÇANHA M. P. Contaminação microbiológica de ambientes escolares e suas implicações na saúde dos alunos. In: Encontro Iniciação Científica – PUC/SP. 22. 2014. São Paulo. **Artigos premiados do 22º Encontro** São Paulo: site do 23º Encontro de Iniciação Científica da PUC/SP 2015. p. [não informada].

TRABULSI L. R. et. al. **Microbiologia**. n. 3 ed. São Paulo: Editora Atheneu 1999.

CAPÍTULO 2

APLICAÇÃO DE UM INSTRUMENTO DIAGNÓSTICO: EVOLUÇÃO NA FORMAÇÃO INICIAL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 14/12/2020

Gabriel Sevilha

Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de
Ribeirão Preto - USP
<http://lattes.cnpq.br/4696594186127310>

Fernanda da Rocha Brando Fernandez

Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de
Ribeirão Preto - USP
<http://lattes.cnpq.br/0839314197501856>

RESUMO: O objetivo central do presente trabalho é analisar as concepções de alunos de graduação em Ciências Biológicas em relação à compreensão de conceitos sobre Evolução e associá-las aos principais conceitos tratados em três momentos históricos da área: a época das proposições de Darwin sobre a Teoria Evolutiva a Síntese Moderna e a Síntese Estendida. Os alunos participantes utilizaram seus conhecimentos prévios assim como informações na literatura para responder questões e resolver situações problemas propostas em um instrumento de coleta de dados. Uma análise qualitativa dos dados buscou verificar se os alunos contemplam um pensamento sistêmico e como eles articulam os conhecimentos científicos da área. Em suma o trabalho contou com a participação de 23 (vinte e três) alunos sendo que destes 21 (vinte e um) reconheceram conceitos atuais da área como a influência ambiental no estabelecimento de um fenótipo e a plasticidade fenotípica porém

a argumentação da maioria deles foi restrita o que pode sinalizar o conhecimento mas não o domínio dos conceitos.

PALAVRAS - CHAVE: Análise de Conteúdo; Epistemologia; Ensino; Biologia; Síntese Estendida

APPLICATION OF A DIAGNOSTIC TOOL: EVOLUTION IN INITIAL TRAINING OF BIOLOGICAL SCIENCES

ABSTRACT: The main objective of the present work is to analyze the conceptions of undergraduate students in Biological Sciences in relation to the understanding of concepts about Evolution and to associate them with the main concepts treated in three historical moments of the field: the time of Darwin's propositions on Evolutionary Theory the Modern Synthesis and the Extended Evolutionary Synthesis. The students used their previous knowledge as well as information in the literature to answer questions and solve problem situations proposed in a data collection instrument. A qualitative analysis of the data sought to verify whether students contemplate systemic thinking and how they articulate scientific knowledge in the area. In short the work was attended by 23 (twenty-three) students of which 21 (twenty-one) recognized current concepts of the field such as environmental influence in the establishment of a phenotype and phenotypic plasticity however most of their arguments were restricted which may signal knowledge but not the mastery of concepts.

KEYWORDS: Content Analysis; Epistemology;

1 | INTRODUÇÃO

Diversas pessoas ao se dedicarem ao estudo da história da vida notaram e teorizaram sobre a sua inconstância. A Teoria Evolutiva conceitua que a vida se transforma que as formas orgânicas nunca se mantiveram as mesmas. Mas se nem a vida é constante que dirá nossos pensamentos sentimentos e teorias.

Pensar nessa inconstância dos seres vivos passou por diversas mentes e sofreu mudanças ao longo do tempo. Mesmo existindo uma longa história e um repertório extenso na literatura sobre a Teoria Evolutiva este trabalho se concentra em concepções presentes no início do século XX até os dias atuais. Ele se enquadra na área de Epistemologia e Ensino de Biologia e teve como objetivo analisar parte do arcabouço teórico da Teoria Evolutiva e suas mudanças durante o período escolhido para então se voltar às concepções de alunos de graduação em Ciências Biológicas em relação à compreensão de conceitos da área. Elas foram analisadas após a aplicação de um questionário segundo pressupostos da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (1977).

1.1 Evolução: Períodos e Conceitos

A Teoria Evolutiva passou por transformações em seu quadro conceitual que levaram teóricos a reconhecerem períodos vividos pela teoria (PIGLIUCCI & MÜLLER 2010 cap. 1): o Darwinismo a Síntese Moderna e a Síntese Estendida. A Figura 1 apresenta um diagrama onde é possível visualizar parte do quadro conceitual destes momentos e é possível notar a expansão que ocorreu nele. Na parte inferior da figura estão listados alguns pensamentos e considerações de cada período.

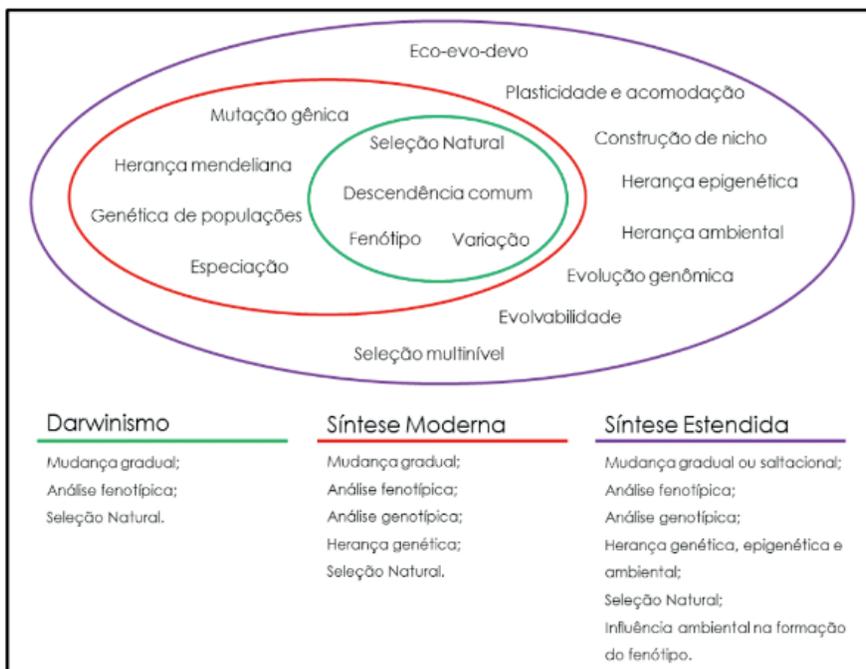


Figura 1 – Diagrama ilustrando alguns conceitos chaves do Darwinismo (campo central em verde) da Síntese Moderna (campo intermediário em vermelho) e da Síntese Estendida (campo externo em roxo). Traduzido e adaptado do trabalho de Pigliucci e Müller (2010).

Na Figura 1 o campo central em verde representa parte das concepções de Darwin sobre Evolução. Para ele e os darwinistas a evolução ocorre principalmente por meio de processos lentos e graduais. Os organismos de gerações subsequentes alteram gradualmente características sendo que a seleção natural é o principal processo que garante estas mudanças. As análises que corroboravam com a evolução eram análises fenotípicas principalmente as macroscópicas.

O campo em vermelho na Figura 1 corresponde à Síntese Moderna da Evolução. Verifica-se que algumas concepções do Darwinismo perduram como o pensamento gradual para as mudanças as análises fenotípicas e a seleção natural mas outras aumentam a complexidade e diversidade conceitual da teoria evolutiva. Este período pode ser caracterizado pela adoção de um enfoque populacional no estudo evolutivo por um interesse maior em como a diversidade é gerada por interpretações genéticas e pela relação entre os aspectos adaptativos da variação e a seleção natural. As mudanças concentram-se na herança genética e nos processos que atuam sobre a frequência dos genes. A seleção natural é considerada como o principal mecanismo promotor da mudança biológica ao longo do tempo além disso o locus privilegiado da mudança evolutiva são os genes os quais compõem diferentes genótipos na população a partir de mutações

aleatórias.

O campo mais externo da Figura 1 corresponde à Síntese Estendida da Teoria Evolutiva em que as concepções são fruto de debates contemporâneos. Avanços recentes na Biologia Molecular e em outros campos oriundos dela têm levado a uma compreensão dos sistemas biológicos como redes informacionais ainda mais complexas. Esses avanços mostram que alterações fenotípicas podem ser resultado de mudanças em elementos relacionados ao material genético sem que estejam associados à variações casuais nas sequências de bases nitrogenadas ou seja sem estarem relacionadas à mutações ou recombinações de partes cromossômicas. Elas estão associadas a padrões moleculares que podem alterar a regulação da expressão de certos genes. Estes padrões são passíveis de serem herdados entre linhagens de células e entre gerações de organismos na chamada herança epigenética. Além disso eles sofrem alteração devido a condições ambientais que o organismo é exposto (BIRD 2007; KIM 2017; VIEIRA 2017; CUNHA 2019).

Dentro do escopo da Síntese Estendida a participação do ambiente no processo evolutivo sofreu uma resignificação. Áreas de estudo como a Eco-Evo-Devo que relaciona Ecologia Evolução e Desenvolvimento tem explicado tanto processos de restrições ao aparecimento de novos traços como a possibilidade de aparecimento de outros a partir de mudanças ambientais (GILBERT 2015). O conceito que abarca este fato é conhecido por plasticidade fenotípica entendida como a capacidade de um determinado genótipo exibir fenótipos distintos em resposta à variação no ambiente de forma que um organismo diante de um parâmetro ambiental específico expressa um fenótipo diferente do que seria expresso em outra condição ambiental (STEARNS & HOEKSTRA 2003; WEST-EBERHARD 2003; LOFEU 2015; OLIVEIRA 2016). Com isso entende-se que as mudanças no fenótipo dos organismos não ocorrem necessariamente de forma lenta e gradual entre as gerações mas podem ocorrer também a taxas mais rápidas de forma abrupta ou saltacional. A variação ambiental passa a ser um agente determinante de variação fenotípica atuando em conjunto com a variação genética.

Até o final do século XX as adaptações eram concebidas com base numa visão unilateral da relação entre organismo e ambiente. Este se modifica por uma dinâmica própria e ao se modificar altera fatores envolvidos no processo de seleção natural que podem influenciar na mudança da vida orgânica. Um esforço recente tem sido realizado para dar mais atenção ao papel dos organismos no ambiente o que culminou no surgimento de uma ideia que os desloca de uma posição de entes passivos para colocá-los em um patamar de agentes causais da mudança ao longo do tempo. A essa ideia se deu o nome de Teoria de Construção de Nicho (LEWONTIN 2000; LEWONTIN 2002; ODLING-SMEE et al 2003; LALAND et al 2017). As alterações ambientais resultantes das atividades orgânicas podem perdurar por gerações e elas têm implicações ecológicas e evolutivas porque envolvem a herança pelas populações e comunidades de pressões seletivas modificadas via sucessão de estados ambientais que podem levar a futura mudança evolutiva nessas populações.

As alterações de uma geração de organismo podem ser efetivamente transmitidas de uma geração à próxima e também podem afetar organismos de outras espécies num processo de herança ambiental ou ecológica (ODLING-SMEE et al 2003).

O final do século XX e início do século XXI levaram a revisão de conceitos estruturantes na Biologia. Genótipo fenótipo organismo e ambiente sofreram modificações na sua significação e nas suas relações com outros (MEGLHIORATTI 2009). Nesse contexto o genótipo não é visto como o único componente por trás da codificação das características e não é somente a modificação casual dos genes que o compõe que podem levar ao surgimento delas. Novos tipos de elementos e interações foram descobertos e descritos. Estes podem estar associados ao material genético mas agem no processo de regulação de sua expressão. A Epigenética tem nos mostrado que a expressão de características nos organismos não depende somente de uma sequência de bases nitrogenadas mas de todo um processo de organização de diversidade molecular de captação de estímulos e de respostas associados ao material genético.

O fenótipo ainda continua sendo considerado como a expressão de determinada característica seja ela comportamental morfológica fisiológica etc porém como se dá a sua determinação e formação se tornou muito mais complexa e intrigante. O determinismo exclusivamente genético foi refutado e existem muito mais variáveis em jogo no desenvolvimento de um organismo e suas características do que antes. A Eco-Evo-Devo é uma área recente de estudos que tem contribuído para essa revisão de conceitos ao dar suporte para ideias como a plasticidade fenotípica mostrando que a determinação de certos fenótipos não está condicionada a somente presença ou ausência de certo gene ou alelo mas a uma série de condições e fatores presentes no desenvolvimento de um organismo.

A relação organismo-ambiente também foi revista de forma que não é uma via de mão única mas sim um processo dialético. A ação dos organismos em seu ambiente ganhou mais atenção. Eles não são mais considerados como entes passivos do processo evolutivo mas como agentes dele.

O ambiente antes visto somente como fornecedor de condições que afetam a probabilidade de sobrevivência e reprodução é visto também como um fator regulador da expressão de características nos organismos fornecendo condições para o surgimento ou restrição de certos fenótipos ao longo de seu desenvolvimento.

Percebe-se então que a Teoria Evolutiva não escapou da mudança ao longo do tempo.

1.2 Evolução Ensino e Formação Inicial

Diversos autores destacam a evolução como elemento unificador dos conhecimentos biológicos já que esse processo afetaria várias áreas das Ciências Biológicas ao acrescentar e esclarecer diversas questões que permeiam o universo científico sendo que a partir

da evolução biológica é possível representar a natureza integrada desses conhecimentos (MEGLHIORATTI 2004). Nesse sentido a evolução seria um eixo transversal do conhecimento biológico e a articulação entre as áreas é de grande importância na formação inicial de professores e pesquisadores pois possibilita uma melhor compreensão dos fenômenos biológicos a partir da integração de processos que envolvem genótipo fenótipo organismos e ambiente.

Dados obtidos em pesquisas feitas no Brasil referentes à prática pedagógica apontam para a necessidade de se propor iniciativas que contemplem de forma adequada a complexidade do tema evolução tanto em nível de formação inicial como continuada de professores de Biologia (GOEDERT 2003). Outros trabalhos fazem referência a uma defasagem conceitual e a limitações na compreensão do processo evolutivo durante a formação inicial de alunos de cursos de Ciências Biológicas correlacionando à complexidade dos conceitos da área e à forma com que os professores concebem organizam e desenvolvem o seu ensino (CORREA 2011; JUSTINA 2012).

O sucesso da Biologia Molecular durante o século XX deu a impressão de que todos os fenômenos biológicos poderiam ser explorados por meio de explicações moleculares. Isso se deve a um grande peso dado às explicações baseadas particularmente em aspectos genéticos o que culminou com a adesão da Biologia moderna a uma compreensão da adaptação baseada em uma visão unilateral da relação entre organismo e ambiente entendendo que ambiente seleciona genes que tornam os organismos mais bem adaptados (MEGLHIORATTI 2009).

No âmbito do ensino de Biologia considera-se imprescindível que os estudantes tenham acesso aos conceitos biológicos atualmente tratados pela comunidade científica e que o conhecimento seja ensinado de forma integrada porém nas práticas de ensino em áreas como a Genética é usado um discurso mais próximo ao determinismo genético e/ou ao reducionismo ambiental e em áreas como a Ecologia o organismo é visto como um coadjuvante das mudanças ao seu redor o que leva as aulas a se distanciarem de uma abordagem sistêmica de compreensão dos fenômenos biológicos (JUSTINA 2012).

O determinismo genético o caráter exclusivamente seletor do ambiente e a passividade dos organismos se constituem como desafios epistemológicos para a compreensão da relação entre genótipo e fenótipo. No contexto de ensino e pesquisa podem levar os alunos às mesmas respostas para todas as questões justificando tudo em termos de genes desconsiderando as condições individuais de um organismo e toda a abrangência dos efeitos de seu ambiente (JUSTINA 2012).

Tendo em vista o exposto: Será que o ensino de Biologia no curso de graduação em Ciências Biológicas da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo no que tange esta teoria está acompanhando estas questões? Os alunos que estão se formando neste curso possuem esta bagagem conceitual atualizada ou pelo menos tem noção de que a Teoria Evolutiva está passando por revisões?

2 | METODOLOGIA

Os alunos que participaram da pesquisa são todos do curso de graduação em Ciências Biológicas da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. O currículo do curso considerado no estudo é de duração mínima de quatro anos e meio para o bacharelado e dividido em duas etapas: a primeira chamada de ciclo básico correspondente aos três anos iniciais; a segunda etapa chamada de ciclo das ênfases com três opções de ênfases para a formação do aluno. O currículo para licenciatura tem o ciclo básico e disciplinas específicas para a área de educação. O critério para a escolha dos participantes da pesquisa foi de ter completado a primeira etapa ou seja estar cursando no mínimo o quarto ano do curso.

Um questionário fruto do trabalho de Campos *et al* (2016) foi utilizado para coleta de dados. Ele foi estruturado com o objetivo de investigar os conceitos de evolução biológica que permeiam a formação inicial de biólogos. É composto por sete questões abertas e quatro problemas onde as primeiras questões fazem parte de uma estratégia que pretende analisar separadamente os conceitos abordados sem introduzir termos próprios da Eco-Evo-Devo justamente para buscar referências destes no discurso dos alunos (CAMPOS 2016). No total foram analisadas 23 (vinte três) respostas aos questionários.

Após aplicação do questionário as respostas foram analisadas de acordo com os pressupostos da Análise de Conteúdo de Bardin (1977). Esta análise consiste numa manipulação de mensagens (conteúdo e expressão desse conteúdo) para construir categorias e classificar elementos textuais de forma que permita inferir sobre outra realidade que não a da mensagem. Neste tipo de análise o interesse não reside somente na descrição dos conteúdos mas sim no que estes poderão mostrar após serem tratados a partir de categorizações. Os saberes inferidos dos conteúdos podem ser de diversas naturezas mas no âmbito deste estudo são de natureza científica e conceitual.

A análise começou com uma leitura flutuante e uma pré-análise do material ou seja etapas de leitura intuitiva aberta às ideias e reflexões e com o objetivo de sistematizar as ideias iniciais (BARDIN 1977 p. 95) de maneira que conduziu a um esquema para o desenvolvimento das operações de análise. Após essa fase iniciou-se uma exploração mais detalhada do material foram selecionadas as unidades textuais (palavras e conceitos) presentes nas respostas ao questionário a serem analisadas. Por último aperfeiçoaram-se as categorias prévias e as unidades selecionadas foram classificadas por semelhança ou analogia segundo os critérios previamente estabelecidos para cada categoria e após isso foram interpretados os resultados finais da classificação. As unidades textuais analisadas foram palavras-chaves que utilizadas nas respostas remetem a conceitos e explicações evolutivas tais como: gene genótipo ambiente organismo estímulo fenótipo característica etc e o contexto em que elas apareceram e quais outras palavras elas se relacionaram permitiu inferir quais premissas o aluno possui a respeito dos conceitos que envolvem a

3 | RESULTADOS

Após a aplicação do questionário e ao seguir o caminho metodológico da Análise de Conteúdo (BARDIN 1977) foi possível evidenciar aspectos conceituais presentes nas respostas dos alunos. A maioria deles apresentou conceitos que se enquadram na ceara da Síntese Estendida da Evolução (Figura 1) mencionando principalmente a ideia de plasticidade fenotípica e da possibilidade do ambiente influenciar a geração de fenótipos.

Foram utilizadas 4 (quatro) categorias na análise sendo que uma delas apresentava subcategorias que emergiram a partir das análises teóricas sobre a Teoria Evolutiva. Elas foram organizadas mediante o entendimento dos conceitos e ideias que os participantes da pesquisa reconheceram e utilizaram em suas respostas.

3.1 Categoria 1: Seleção Natural

Essa categoria necessariamente evoca o processo de seleção natural. É uma categoria que foca no ambiente e sua influência na sobrevivência e reprodução diferencial dos organismos atrelados pelo aluno a algum outro conceito. O conceito de seleção natural é um dos conceitos mais arraigados dentro da teoria evolutiva (LALAND *et al* 2015) mesmo assim algumas divergências ocorrem com relação ao que está envolvido neste processo. Por conta disso esta categoria foi dividida em 3 (três) subcategorias cujo critério de enquadramento é o conceito que o aluno relacionou a seleção natural sendo: 1.1.Genes; 1.2.Fenótipo e 1.3.Organismo.

A tabela 1 mostra um levantamento dos alunos e com quais conceitos eles relacionaram à seleção natural em suas respostas. Nela podemos verificar que somente dois alunos tiveram respostas que se enquadraram na subcategoria “1.1. Genes”. Além disso foram feitas combinações diferentes entre as subcategorias de forma que 10 (dez) alunos se enquadraram na subcategoria “1.2. Fenótipo” 5 (cinco) na categoria “1.3. Organismo” e 5 (cinco) na combinação de “1.2. Fenótipo” e “1.3. Organismo”.

Considerando a presença e a combinação das subcategorias temos:

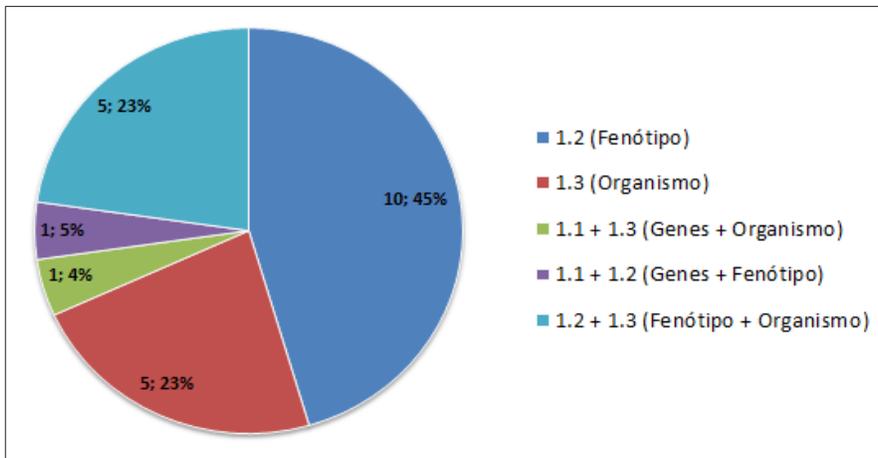


Figura 2 – Gráfico representativo do número das combinações de subcategorias presentes nas respostas dos alunos. Na figura nota-se que a maior quantidade é da subcategoria “1.2. Fenótipo” seguida pela categoria “1.3. Organismo” e da combinação de “1.2. Fenótipo” e “1.3. Organismo”.

Alguns exemplos de respostas que se enquadraram nesta categoria e suas respectivas subcategorias foram:

Sim interfere pois são os genes que sofrem Seleção Natural e a variação genética é o que determina que esse processo ocorra e que leva a evolução. (Aluno 7 questão 1 subcategoria 1.1).

As características favoráveis que são hereditárias tornam-se mais comuns em gerações sucessivas de uma população de organismos que se reproduzem e que características desfavoráveis que são hereditárias tornam-se menos comuns. A seleção natural age no fenótipo ou nas características observáveis de um organismo (...) (Aluno 11 questão 6 subcategoria 1.2).

A Seleção Natural é um dos principais mecanismos que levam a evolução pois é através dela que os organismos mais bem adaptados ao ambiente em que estão inseridos são “selecionados”; e dessa forma sobrevivem e se reproduzem originando populações cada vez mais aptas a sobreviver naquele ambiente. (Aluno 7 questão 2 subcategoria 1.3).

3.2 Categoria 2: Variabilidade Associada A Processos Genético-Moleculares

Esta categoria refere-se aos processos e mecanismos envolvidos na geração de diferentes características nos organismos. Nela a variabilidade orgânica é fruto de processos moleculares envolvendo estritamente os genes. O fundamento para a existência da diversidade orgânica nesse caso são mutações e recombinação gênica.

O sucesso da Biologia Molecular durante o século XX deu a impressão de que todos

os fenômenos biológicos podiam ser esclarecidos por meio de explicações moleculares e atualmente o determinismo genético se constitui como um desafio epistemológico para a compreensão da relação entre genótipo e fenótipo (JUSTINA 2012). Por conta disso é de se esperar que as respostas dos alunos tenham se enquadrado nesta categoria. Porém vale ressaltar que se as respostas dos alunos se enquadraram somente nesta categoria pode sinalizar que possuem uma compreensão limitada sobre o processo evolutivo não considerando conceitos mais atuais da área da evolução como a influência ambiental no estabelecimento de um fenótipo e a plasticidade fenotípica.

Todos os questionários continham trechos que foram enquadrados nesta categoria como exemplo em:

(...) o mecanismo de expressão gênica está suscetível a sofrer influência de processos como a mutação e a deriva genética que influenciam diretamente na variabilidade e frequência gênica/ fenotípica de uma população. (Aluno 3 questão 1).

3.3 Categoria 3: Condições Ambientais Influenciando Variabilidade

As unidades analisadas que se enquadram nesta categoria fazem menção aos conceitos que envolvem a área da Eco-Evo-Devo que considera a origem de fenótipos capaz de ocorrer por conta de mudanças ambientais (STEARNS & HOEKSTRA 2003; WEST-EBERHARD 2003; LOFEU 2015; OLIVEIRA 2016). Esta categoria recebe um destaque pois a ideia de ambiente influenciando o estabelecimento de um fenótipo integra muitos outros conceitos.

A Eco-Evo-Devo aprofunda a interação entre gene organismo e ambiente na produção de diferentes fenótipos o que leva a um entendimento mais amplo ao fenômeno observado mas acaba por tornar as explicações mais complexas exigindo uma maior bagagem conceitual para seu entendimento. Conceitos como plasticidade fenotípica e outros vindos da área da Epigenética suportam estes efeitos ambientais. Portanto as respostas que se enquadraram nesta categoria podem sinalizar uma maior compreensão do panorama sistêmico da evolução assim como sobre a noção de interação entre os diferentes níveis biológicos. Na tabela 1 é possível visualizar quais alunos apresentaram estas concepções e é de se notar que somente 2 (dois) alunos não possuíram respostas que se enquadraram nesta categoria.

Nesta categoria o foco maior é na resposta ontogenética considerando determinada característica de um organismo frente a alguma condição ambiental. Nela o ambiente é reconhecido como indutor e/ou modulador de variação e o conceito de plasticidade fenotípica muitas vezes é usado. Ela não exclui o fato de processos genético-moleculares gerarem variabilidade mas é reconhecido que as condições ambientais podem influenciá-los. Comumente a ideia de biodiversidade ou de diversidade ou de variabilidade foi utilizada. Nas orações que se enquadram nesta categoria normalmente o ambiente é o

sujeito. Um exemplo de resposta que se enquadrou nela é:

O ambiente deve ser considerado tão importante na constituição do organismo como os genes pois pode induzir variação fenotípica durante o desenvolvimento. O genoma constitui uma gama de informações para produção de moléculas e o comportamento dessas moléculas vai depender tanto da natureza das variáveis do ambiente como dos modelos genéticos que contribuem para sua organização. (Aluno 6 problema 1).

3.4 Categoria 4: Organismo Como Agente Do Processo

Esta categoria foi criada tendo em vista os recentes estudos sobre a Teoria de Construção de Nicho e se refere à visão sobre a relação entre organismo e ambiente pretendendo analisar se o aluno considera o organismo como um ente passivo do processo evolutivo visão típica da Síntese Moderna ou se ele reconhece que o organismo é capaz de influenciar o processo direta ou indiretamente na medida em que altera o seu ambiente de forma não aleatória possuindo assim uma relação dialética com o ambiente visão mais concernente à Síntese Estendida da Evolução (PIGLIUCCI 2010; LALAND *et al* 2015; LALAND *et al* 2017). Na tabela 1 é possível visualizar quais alunos apresentaram estas concepções e é de se destacar que somente 5 (cinco) alunos possuíram respostas que se enquadraram nesta categoria.

Como a visão típica é a de não considerar totalmente as consequências das ações dos organismos em seu ambiente (ODLING-SMEE *et al* 2003; LALAND *et al* 2015) não foi dado um foco aos alunos que a possuem. Esta categoria identifica os alunos que explicitamente reconheceram os organismos como agentes do processo evolutivo por exemplo em:

A herança ecológica/ ambiental também aponta que as modificações ambientais produzidas pela construção de nichos pelos organismos construtores pode persistir por gerações continuando a modular o impacto dessa modificação nas gerações subsequentes de uma população. (Aluno 3 questão 3).

3.5 Resultados Gerais

O enquadramento de determinado trecho contido na resposta do aluno em certa categoria se deu a partir da identificação de quais conceitos o aluno reconhece. A tabela a seguir mostra um balanço geral das categorias presentes nos questionários respondidos pelos alunos.

Aluno \ Categoria	1.1	1.2	1.3	2	3	4
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

Tabela 1 – Relação entre os alunos e as categorias utilizadas na análise dos questionários.

A partir dos desses dados percebe-se que as combinações entre as categorias presentes nas respostas foram heterogêneas. Considerando a presença das categorias houve 12 (doze) combinações diferentes sendo que 4 (quatro) delas ocorreram mais de uma vez e em conjunto constituíram mais da metade do total de respostas obtidas conforme sistematizado na tabela 2:

Alunos	Quantidade	Categorias	Concepções reconhecidas
2, 5, 8, 17, 18, 19 e 21	7	1.2 + 2 + 3	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção natural relacionada aos fenótipos; • Variabilidade gerada por processos moleculares sendo influenciada por mudanças ambientais.
4, 16 e 22	3	1.2 + 1.3 + 2 + 3	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção natural relacionada aos fenótipos e organismos; • Variabilidade gerada por processos moleculares sendo influenciada por mudanças ambientais.
9, 13 e 20	3	1.3 + 2 + 3	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção natural relacionada aos organismos; • Variabilidade gerada por processos moleculares sendo influenciada por mudanças ambientais.
3 e 10	2	1.3 + 2 + 3 + 4	<ul style="list-style-type: none"> • Seleção natural relacionada aos organismos; • Variabilidade gerada por processos moleculares sendo influenciada por mudanças ambientais; • Organismos como agentes do processo evolutivo.

Tabela 2 – Relação entre alunos e a combinação de categorias encontradas em suas respostas.

4 | DISCUSSÃO

Segundo alguns trabalhos a epistemologia evolutiva predominante nas salas de aula tem como base pressupostos da Síntese Moderna o que pode levar a um reducionismo conceitual que enfatiza os aspectos moleculares de maneira que os genes ocupam um locus privilegiado em suas explicações (CORREA 2011; JUSTINA *et al* 2012). Além disso a Síntese Moderna considera a seleção natural como o mecanismo promotor da mudança biológica ao longo do tempo (SEPULVEDA 2008; LAMAS 2019). Nesse sentido a evolução pode ser explicada pela seleção dos genes que levam a determinado fenótipo.

Uma vez que estas concepções são referenciadas ao se falar de ensino de evolução esperava-se que a maioria dos alunos ao responder o questionário se utilizasse apenas de afirmações que se encaixassem nelas sinalizando que o entendimento do processo evolutivo está relacionado exclusivamente com a perspectiva genética e da Síntese Moderna da Evolução. Porém ao analisar todas as respostas verificou-se que a grande maioria dos alunos participantes reconheceu e utilizou conceitos que estão na ceara da Síntese Estendida como a influência ambiental no estabelecimento de algum fenótipo e a plasticidade fenotípica. O que pode ser evidenciado pela *Categoria 3: Condições ambientais influenciando variabilidade*.

Também é possível notar a partir da análise da *Categoria 1: Seleção Natural* que uma minoria dos alunos associou a seleção natural com Genes (somente dois alunos) sendo mais comum a sua associação com o conceito de fenótipo. Isso pode sinalizar em conjunto com a *Categoria 3: Condições ambientais influenciando variabilidade* num afastamento de concepções exclusivamente DNACentristas e num novo entendimento do processo evolutivo acrescentando novos agentes causais e uma visão integrada dos diferentes níveis biológicos que participam do processo. Contudo ao verificar a ocorrência da *Categoria 4: Organismo como agente do processo* foi notável o baixo reconhecimento

de concepções que colocam os organismos num patamar de agentes causais da mudança ao longo do tempo.

Ao analisar as respostas aos questionários conforme mencionado no item “Resultados gerais” percebeu-se que elas foram heterogêneas. Apesar de a maioria ter reconhecido conceitos atuais da área alguns sinalizavam uma melhor compreensão que outros. Dessa forma os dados foram revisitados para análise dos aspectos epistemológicos contidos nas respostas buscando informações para inferir sobre o entendimento dos conceitos tendo os resultados da categorização em mente.

Três aspectos epistemológicos foram teorizados *a posteriori* que são: casual único pluralista com argumentação restrita e pluralista com argumentação complexa. Eles são possíveis de identificação caso as respostas a um questionário sejam analisadas em conjunto uma vez que os alunos utilizaram e discorreram sobre os conceitos ao longo de todas as questões.

4.1 Aspecto 1: Casual Único

Os alunos 11 e 15 apresentaram este aspecto em suas respostas. Ele foi chamado dessa forma porque em suas respostas os alunos reiteraram a ação da seleção natural como mecanismo necessário e suficiente para explicação do processo de evolução biológica.

Eles abordaram a evolução biológica sob as premissas fundamentadas pela Síntese Moderna da Evolução não reconhecendo em suas respostas as discussões recentes sobre a pluralidade de interpretação do processo evolutivo e associaram a variabilidade somente aos processos genético-moleculares de mutação e recombinação gênica.

4.2 Aspecto 2: Pluralista com Argumentação Restrita

Dezessete alunos apresentaram este aspecto em suas respostas. Foi chamado dessa maneira pois reconhece conceitos recentes que estão sendo incorporados à abordagem da evolução biológica (por exemplo: construção de nicho Epigenética Evo-Devo Eco-Evo-Devo e plasticidade fenotípica) e apresenta indícios de integração entre diferentes níveis biológicos (molecular ontogenético organizmico e ecológico). No entanto a argumentação no nível sistêmico-interacional é restrita.

Os alunos somente citaram alguns conceitos da Síntese Estendida e os definiram utilizando expressões ou frases típicas para as suas explicações não havendo mecanismos suficientes para explicar o fenômeno em suas respostas o que pode sinalizar um reconhecimento dos conceitos porém falta de seu domínio. As explicações mais detalhadas são dadas somente sobre conceitos presentes na Síntese Moderna sinalizando um domínio maior destes.

4.3 Aspecto 3: Pluralista Com Argumentação Complexa

Os alunos 4, 14, 20 e 23 apresentaram este aspecto. Em suas respostas há integração explícita entre diferentes níveis biológicos (molecular, ontogenético, organizmico e ecológico) apresentando conceitos em um contexto de integração que perpassa todos eles e a argumentação possui um maior nível epistemológico sistêmico-interacional do conhecimento biológico. Expuseram a perspectiva de trabalhar o conhecimento biológico como uma rede de processos interdependentes e integrados.

Nesse contexto mencionaram conceitos recentes que estão sendo incorporados à abordagem da evolução biológica (por exemplo: construção de nicho, Epigenética, Evo-Devo, Eco-Evo-Devo e plasticidade fenotípica) e por mais que mencionassem conceitos da Síntese Moderna deram foco aos conceitos da Síntese Estendida explicando-os com detalhes a partir de exemplos usando analogias e/ou levantando hipóteses utilizando os conceitos. Neste aspecto os alunos reconheceram a importância e relevância dos conceitos tratados atualmente muitas vezes dando igual ou maior importância do que aos conceitos da Síntese Moderna para explicar o processo evolutivo.

5 | CONCLUSÃO

A partir das respostas aos questionários foi possível criar 4 (quatro) categorias para auxiliar na análise deste trabalho. Estas categorias estão atreladas à identificação de conceitos que os alunos reconheceram e utilizaram em suas respostas cujo escopo é a Teoria Evolutiva.

A Categoria 1: Seleção Natural e a Categoria 2: Variabilidade associada a processos genético-moleculares identifica o reconhecimento pelo aluno de conceitos bem arraigados na Teoria Evolutiva e que ganham um grande peso nas explicações dos fenômenos biológicos devido à historicidade da teoria. Portanto estas categorias eram esperadas de ocorrerem em todos os questionários como ocorreu.

A Categoria 3: Condições ambientais influenciando variabilidade e a Categoria 4: Organismo como agente do processo se referem ao reconhecimento de conceitos recentes da teoria. A ocorrência delas em conjunto das outras duas categorias é um indicativo do arcabouço conceitual que o aluno possui. A maioria dos questionários (vinte e um) continham respostas que se enquadravam na categoria 3 o que é um indicativo de que a maioria dos alunos reconheceram mudanças no quadro conceitual da Teoria Evolutiva e na significação do conceito estruturante ambiente. Porém a categoria 4 que trata especificamente do papel do organismo no processo evolutivo teve uma ocorrência baixa somente em cinco questionários. Isto sugere que conceitos atuais foram tratados no ensino porém alguns como plasticidade fenotípica e epigenética ganharam maior foco do que outros nas concepções dos alunos como construção de nicho e herança ambiental.

Vale ressaltar que os alunos participantes da pesquisa haviam completado o ciclo básico do curso e provavelmente a apreensão destes conhecimentos se deu nos anos iniciais.

A articulação entre as diferentes perspectivas biológicas tem sido embasada por uma área recente denominada Eco-Evo-Devo que abrange a evolução sob um panorama sistêmico e sincrônico a partir da interação entre diferentes níveis biológicos. Entende-se que essa área dialoga em tensão com outras perspectivas teóricas sobre evolução que são ligadas exclusivamente aos fatores genéticos. Uma área quando está construindo seu espaço dentro do campo de conhecimento leva tempo para ser apreendida e consolidada. Por conta disso uma análise dos aspectos epistemológicos foi feita após a categorização dos questionários.

Essa análise levou em consideração a utilização de conceitos a argumentação dos alunos e o grau de integração entre os níveis biológicos de organização. Três aspectos foram levantados sendo que o primeiro aspecto o mais restrito às concepções da Síntese Moderna da Evolução foi o que menos teve alunos associados. O segundo aspecto que faz menção ao reconhecimento de conhecimentos da Síntese Estendida da Evolução foi o que teve mais alunos associados. Este aspecto também revela que a argumentação dos alunos foi restrita ou seja os conceitos foram somente citados ou definidos sem grande aprofundamento o que pode sinalizar um reconhecimento dos conceitos porém falta de domínio.

Com isso pode-se concluir que o arcabouço conceitual dos alunos de graduação do curso analisado sinaliza que está acompanhando as reflexões conceituais que vem ocorrendo no campo de conhecimento da Teoria Evolutiva de maneira que os alunos reconhecem conceitos atuais e os utilizam em suas explicações sobre a mudança biológica porém ainda falta aprofundamento teórico e repertório para um maior embasamento dos conhecimentos.

A evolução por tratar-se de um conteúdo sistêmico que exige ou leva a integração entre conceitos e ideias das Ciências Biológicas pode ser entendida como eixo transversal do conhecimento biológico. Recentemente seu ensino ocorre mediante uma pluralidade de interpretação sobre o processo evolutivo. Ao verificar essa integração nas respostas dos alunos pode-se indicar um melhor entendimento dos aspectos dessa área justificando a análise sobre os aspectos epistemológicos tratados.

REFERÊNCIAS

BARDIN L. **Análise de Conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Martins Fontes 1977

BIRD A. **Perceptions of epigenetics**. Nature v. 447 n. 7143 p. 396 2007.

CAMPOS B.B; OLIVEIRA T.B; BRANDO F. R. **Eco-Evo-Devo: Análise Documental e os conceitos de evolução biológica no discurso de alunos na Formação Inicial.** Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo Ribeirão Preto. São Paulo 2016.

CORRÊA A.L; NUNES P.S CALDEIRA A.M.A; CAVASSAN O. **Proposta de aproximação entre a EVO-DEVO e a teoria da construção do nicho: perspectiva histórico-epistemológica para o ensino de biologia.** V encontro regional sul de ensino de biologia (EREBIO-sul) IV Simpósio latino americano e caribenho de educação em ciências do international council of associations for science education (ICASE). Universidade Estadual de Londrina Paraná 2011.

CUNHA M. L. **Hereditariedade Epigenética Transgeracional.** Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa. 2019.

GILBERT S. F.; BOSCH T. C. G.; LEDÓN-RETTIG C. **Eco-Evo-Devo: developmental symbiosis and developmental plasticity as evolutionary agents.** Nature Reviews Genetics v. 16 n. 10 p. 611-622 2015.

GOEDERT L.; DELIZOICOV N. C.; ROSA V. L. **A formação de professores de Biologia e a prática docente—O ensino de evolução.** Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Bauru-SP: ABRAPEC 2003.

JUSTINA L. A. D. MEGLHIORATTI F. A. & CALDEIRA A. M. D. A. **A (re) construção de conceitos biológicos na Formação Inicial de professores e proposição de um modelo explicativo para a relação genótipo e fenótipo.** Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências v.14 n.3 p.65-84 2012.

KIM M.; COSTELLO J. **DNA methylation: an epigenetic mark of cellular memory.** Experimental & molecular medicine v. 49 n. 4 p. e322-e322 2017.

LALAND K. N.; ULLER T.; FELDMAN M. W.; STERELNY K.; MÜLLER G. B.; MOCZEK A.; JABLONKA E.; ODLING-SMEE F.J. **The extended evolutionary synthesis: its structure assumptions and predictions.** Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences v. 282 n. 1813 p. 20151019 2015.

LALAND K.; ODLING-SMEE F.J.; ENDLER J. **Niche construction sources of selection and trait coevolution.** Interface focus v. 7 n. 5 p. 20160147 2017.

LAMAS S. G. **El ideal de unificación en biología: el caso de la síntesis evolutiva extendida.** Perspectivas actuales en filosofía de la biología Current Perspectives in Philosophy of Biology n. 14 p. 275-286 2019.

LEWONTIN R. **Biologia como ideologia: a doutrina do DNA.** Ribeirão Preto: FUNPEC-RP 2000.

LEWONTIN R. **A Tripla Hélice: gene organismo e ambiente.** São Paulo SP: Companhia das Letras 2002.

LOFEU L.; KOHLSDORF T. **Mais que seleção.** Genética na Escola v. 10 n. 1 p. 11-19 2015.

MEGLHIORATTI F.A. **História da construção do conceito de evolução biológica: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências Universidade Estadual Paulista: “Júlio de Mesquita Filho” Bauru 2004.

MEGLHIORATTI F. A.; EL-HANI C. N.; CALDEIRA A. M. A. **A centralidade do conceito de organismo no conhecimento biológico e no ensino de biologia**. In: Caldeira A.M.A. (org). Ensino de Ciências e Matemática II: Temas sobre formação de conceitos. São Paulo: Cultura Acadêmica p. 33-52 2009.

ODLING-SMEE F.J.; LALAND K.N.; FELDMAN M.W. **Niche construction: the neglected process in evolution**. Princeton-NJ: Princeton University Press 2003.

OLIVEIRA T. B.; BRANDO F. R.; KOHLSDORF T.; CALDEIRA A. M. A. **Eco-Evo-Devo: uma (re) leitura sobre o papel do ambiente no contexto das Ciências Biológicas**. Filosofia e História da Biologia v. 11 n. 2 p. 323-346 2016.

PIGLIUCCI M.; MÜLLER G. **Evolution the extended synthesis**. Cambridge MA: The MIT Press 2010.

SEPÚLVEDA C.; EL-HANI C. N. **Adaptacionismo versus exaptacionismo: o que este debate tem a dizer ao ensino de evolução**. Ciência e Ambiente v. 36 n. 93 p. 124 2008.

STEARNS S. C.; HOEKSTRA R. F. **Evolução: uma introdução**. Atheneu 2003.

VIEIRA G. C. **Admirável mundo novo: epigenética. Evolução Biológica: da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre Editora Fi p. 177-212 2017.

WEST-EBERHARD M. J. **Developmental Plasticity and Evolution**. Oxford University Press Oxford 2003.

CAPÍTULO 3

ATIVIDADES REALIZADAS PELA LIGA ACADÊMICA DE IMUNOLOGIA BÁSICA E IMUNOGENÉTICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Jeane Eliete Laguilha Visentainer

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/5473783252016094>

Larissa Danielle Bahls Pinto

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/9096002401250206>

Mariana de Souza Terron Monich

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/4833458556046405>

Lais Maria Barazzetti Pereira da Silva

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná

Felipe Antonio Carvalho da Costa

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/3688059723019373>

Gabriela Franco de Oliveira Barbosa

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/2259424640568399>

Maelly Thaís da Silva

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.

Mariana Bonfim Track

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/4363720991992583>

Roberta Gabrielly Borges Araújo

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/9180572824575807>

Vitória Monteiro de Araújo Vilela

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/0385941039072065>

Pedro Henrique Rodrigues do Amaral

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/9665214096640680>

Wellington Dias Liziero

Universidade Estadual de Maringá
Maringá Paraná.
<http://lattes.cnpq.br/1290069373720241>

RESUMO: Este capítulo apresenta a fundação da Liga Acadêmica de Imunologia Básica e Imunogenética da Universidade Estadual de Maringá (LAIBIG-UEM) bem como as atividades desenvolvidas pelos graduandos de biomedicina participantes da Liga e seus subsequentes projetos realizados em 2019. Os projetos desenvolvidos permitiram principalmente a disseminação dos conhecimentos básico e avançado e o acesso destes não só à comunidade acadêmica mas também à comunidade em geral.

PALAVRAS - CHAVE: liga acadêmica Imunologia projeto de extensão.

ACTIVITIES CARRIED OUT BY THE ACADEMIC LEAGUE OF BASIC AND IMMUNOGENETIC IMMUNOLOGY OF THE MARINGÁ STATE UNIVERSITY

ABSTRACT. This chapter presents the foundation of the Academic League of Basic Immunology and Immunogenetics of the State University of Maringá (LAIBIG-UEM) as well as the activities developed by biomedical students participants of the League and their subsequent projects carried out in 2019. The projects developed allowed mainly the dissemination of basic and advanced knowledge and their access not only to the academic community but also to the community in general.

KEYWORDS: academic league Immunology the extension project.

1 | SOBRE A LIGA ACADÊMICA - HISTÓRICO

A Liga Acadêmica de Imunologia Básica e Imunogenética da Universidade Estadual de Maringá (LAIBIG-UEM) foi fundada no início de 2019 por sete acadêmicos do curso de Biomedicina. A LAIBIG assim como prevê o intuito de uma liga acadêmica tem como objetivo contribuir para a formação do estudante a partir de três pilares básicos que também constituem a Universidade: ensino pesquisa e extensão. com o objetivo de desenvolver atividades relacionadas à essa temática nas partes de ensino pesquisa e extensão. Para isso a liga visa realizar atividades teóricas e práticas promoção de palestras cursos e simpósios execução de grupos de estudos em Imunologia e a transmissão do conhecimento da comunidade acadêmica para a comunidade externa.

Atualmente a LAIBIG é formada por sete membros todos graduandos do curso de Biomedicina da UEM e acompanhados por docentes de Imunologia do Departamento de Ciências Básicas da Saúde (DBS-UEM) e apoiados pelo Laboratório de Imunogenética da UEM. Em seu primeiro ano de funcionamento a LAIBIG conseguiu desenvolver atividades que atingiram os objetivos de sua fundação correlacionando-os com a Imunologia básica e Imunogenética.

2 | O FUNCIONAMENTO DO PROJETO

As atividades da LAIBIG-UEM ocorrem por meio de reuniões quinzenais em que é desenvolvido o planejamento das atividades de ensino pesquisa e extensão a serem realizadas pela Liga. Em relação ao ensino são realizados grupos de estudo nos quais são discutidos assuntos baseados na imunologia básica e imunogenética de forma aprofundada bem como assuntos da atualidade relacionados a esses temas. As atividades de pesquisa são realizadas por meio da interação entre as linhas de pesquisa em que os membros da liga participam em seus projetos de iniciação científica e a imunologia por meio de apresentações e discussões em grupo desses temas. Dentro das atividades de extensão a LAIBIG promove o conhecimento a respeito dessas temáticas para a população em geral por meio de publicações de imagens ilustrativas nas mídias sociais com uma

linguagem simples e acessível eventos populares e eventos científicos (palestras auxílio em organização de cursos congressos simpósios e afins).

3 | ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELA LAIBIG NO ANO DE 2019

3.1 Evento de Lançamento

No dia 12 de agosto de 2019 foi realizado o evento oficial de lançamento da LAIBIG-UEM o “Evento de lançamento da liga acadêmica de imunologia básica e imunogenética” com carga horária de 4 (quatro) horas e presença de 81 participantes.

Este evento teve como principal intenção a apresentação da Liga Acadêmica para a população interna e externa à Universidade Estadual de Maringá além de mostrar à comunidade acadêmica principalmente da saúde e ciências biológicas a importância do estudo da imunologia. Assim o evento contou com a apresentação dos fundadores/diretores da Liga e os propósitos da mesma no âmbito acadêmico e ofereceu uma ilustre palestra intitulada “Neuroimunologia: aonde estamos e aonde queremos chegar” ministrada pelo professor Dr. Jean Pierre Schatzmann Peron que atua no Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (ICB-USP).

3.2 LAIBIG Ciência

Atividade de ensino e pesquisa realizada apenas com a participação dos membros da liga realizada entre os dias 24/09/2020 a 12/11/2019. Esta atividade teve como finalidade exercitar as percepções sobre a imunologia nas pesquisas já realizadas pelos membros da Liga em outras áreas da saúde de forma que cada um teve a oportunidade analisar e apresentar a relação da imunologia com suas linhas de pesquisa individuais realizadas na Universidade.

3.3 LAIBIG com (cons) ciência

Atividades de extensão voltadas para a comunidade externa à Universidade realizada no dia 02 de fevereiro de 2020 no Parque do Ingá de Maringá - PR. O objetivo dessa atividade foi promover informação e esclarecimento sobre a temática do HIV e da AIDS para a comunidade de forma simples e acessível. Sobre esse tema foram abordados assuntos relacionados à vacina medicamentos mecanismo de ação do vírus métodos preventivos cuidados alertas sobre as *fake news* do tema entre outras curiosidades por meio de maquetes cartazes e abordagem comunicativa. A atividade abrangeu um grande número de pessoas que passavam pelo local e atingiu diferentes faixas etárias.

3.4 Publicações nas mídias sociais

As publicações nas mídias sociais da liga visam divulgar as realizações da mesma. Além disso durante o período de isolamento social em decorrência da pandemia de Covid-19 foi criada a atividade intitulada de “LAIBIG News”. Nessa atividade foram

discutidos por meio de plataformas online temas relacionados a manifestações clínicas formas de transmissão e prevenção tratamentos e aspectos imunológicos relacionados à doenças. Posteriormente os membros da liga desenvolveram materiais para a divulgação dessas informações científicas nas redes sociais da Liga (Figura 1).



Figura 1. Imagem do perfil do Instagram da LAIBIG (@laibig.uem).

REFERÊNCIAS

HAMAMOTO FILHO Pedro Tadao et al. Normatização da abertura de ligas acadêmicas: a experiência da Faculdade de Medicina de Botucatu. **Revista Brasileira de Educação Médica** v. 34 n. 1 p. 160-167 2010.

HAMAMOTO FILHO Pedro Tadao. Ligas acadêmicas: motivações e críticas a propósito de um repensar necessário. **Revista Brasileira de Educação Médica** v. 35 n. 4 p. 535-543 2011.

GOERGEN Diego Inácio. Ligas acadêmicas: uma revisão de várias experiências. **Arquivos Catarinenses de Medicina** v. 46 n. 3 p. 183-193 2017.

CAPÍTULO 4

BIODIGESTÃO ANAERÓBIA EM SUBSTRATO COM ALTAS CONCENTRAÇÕES DE SULFATO

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 08/12/2020

Gabriela Maria Ferreira Lima Leite

Universidade de São Paulo Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2553569199329022>

Rubens Perez Calegari

Centro de Energia Nuclear na Agricultura
da Universidade de São Paulo (CENA/USP)
Piracicaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2093983053635310>

Tamires Marques Faria

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
– IPEN São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5998246240645965>

Laysa Maciel Lewandowski Meira Prado

Universidade de São Paulo Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/5258234091215856>

Eric Alberto da Silva

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
- IPEN São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3055034567220220>

Maria Carolina Pastre

Universidade de São Paulo Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4696452538092610>

Layna Amorim Mota

Centro de Energia Nuclear na Agricultura
da Universidade de São Paulo (CENA/USP)
Piracicaba – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/4393735649802894>

Antonio Sampaio Baptista

Universidade de São Paulo Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”
Piracicaba - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0950215838168495>

RESUMO: A agroindústria sucroenergética possui vários desafios dentre eles transformar passivos ambientais em ativos gerando riquezas diminuindo custos com gestão de resíduos e melhorando os índices de sustentabilidade desse setor. Entre esses passivos ambientais a vinhaça se caracteriza pelo alto volume gerado e altas concentrações de material orgânico. Nesse contexto verifica-se a necessidade de dar uma finalidade nobre para esse subproduto. A biodigestão anaeróbia é uma tecnologia que proporciona a redução da Demanda Química de Oxigênio (DQO) neutralização do pH e promove a produção do biogás o qual é classificado como biocombustível. Neste estudo foram utilizados dois biorreatores (R1 e R2) do tipo UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) com capacidade de 50 litros e volume útil de 34 5 litros cada operados sob temperatura de 38 °C com tempo de retenção hidráulica de 24 horas por 63 dias. Foram avaliadas duas dosagens de suplementação da vinhaça com sulfato de ferro (FeSO_4) 500 mg L⁻¹ (T2) e 1.000 mg L⁻¹ (T3).

Também foi conduzido um tratamento controle sem a adição do sulfato de ferro (T1). Os ensaios foram realizados em triplicatas sendo que cada ensaio teve a duração de 7 dias. Os resultados obtidos demonstraram que as produções de biogás foram 68,23 ($\pm 2,98$) L dia⁻¹, 68,06 ($\pm 0,84$) L dia⁻¹ e 66,80 ($\pm 0,81$) L dia⁻¹ para T1, T2 e T3 respectivamente. O teor de metano foi 61,97% ($\pm 0,05$), 60,41% ($\pm 0,32$) e 61,65% ($\pm 1,45$) para T1, T2 e T3 respectivamente. A maior remoção de DQO foi observada em T2 (70,11 \pm 2,02%). Todos os tratamentos apresentaram relação DQO/Sulfato menor que 0,67 e o T2 apresentou a menor relação (0,41). Os valores de pH foram 7,81 (T1), 7,74 (T2) e 7,79 (T3). A relação alcalinidade intermediária/alcalinidade parcial (AI/AP) na vinhaça submetida ao T1 foi de 0,11 ($\pm 0,01$) nos tratamentos T2 e T3 a relação foi de 0,12 ($\pm 0,01$). Dentre os três tratamentos a concentração de ácidos voláteis totais (AVT) foi maior para o T1 (387,74 \pm 84,47 mg de CH³COOH L⁻¹) e menor para o T3 (310,78 \pm 19,67 mg de CH³COOH L⁻¹). Não houve acúmulo de ácidos orgânicos no processo sendo que o T1 apresentou a menor concentração de ácido acético (211,93 \pm 70,93) mg L⁻¹ e o T2 a maior concentração (280,15 \pm 64,38) mg L⁻¹ em relação aos três tratamentos estudados. A utilização da solução de FeSO⁴ não permitiu atingir o aumento da produtividade e da qualidade do biogás obtido no processo de biodigestão anaeróbia da vinhaça. Entretanto o processo foi estável e não se verificou acúmulo de ácidos voláteis e nem colapso no biorreator.

PALAVRAS - CHAVE: Vinhaça, biodigestão anaeróbia, sulfato de ferro, biogás

ANAEROBIC BIODIGESTION IN SUBSTRATE WITH HIGH SULFATE CONCENTRATIONS

ABSTRACT: The sucroenergetic agroindustry has several challenges including transforming environmental liabilities into assets, generating wealth, reducing costs with waste management and improving the sustainability indexes of this sector. Among these environmental liabilities, vinasse is characterized by the huge volume generated and high concentrations of organic material. In this context, there is a need to give a noble purpose to this by-product. Anaerobic biodigestion is a technology that reduces the Chemical Oxygen Demand (COD), neutralizes the pH and promotes the production of biogas, which is classified as biofuel. In this study, two UASB-type bioreactors (R1 and R2) were used (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) with a capacity of 50 liters and a useful volume of 34.5 liters each, operated under a temperature of 38 °C with hydraulic retention time of 24 hours for 63 days. Two dosages of supplementation of vinasse with iron sulfate (FeSO⁴) 500 mg L⁻¹ (T2) and 1.000 mg L⁻¹ (T3) were evaluated. A control treatment was also conducted without the addition of iron sulfate (T1). The trials were carried out in triplicates with each trial lasting 7 days. The results obtained demonstrated that the biogas production was 68.23 (± 2.98) L dia⁻¹, 68.06 (± 0.84) L dia⁻¹ and 66.80 (± 0.81) L dia⁻¹ for T1, T2 and T3 respectively. The methane content was 61.97% (± 0.05), 60.41% (± 0.32) and 61.65% (± 1.45) for T1, T2 and T3 respectively. The highest COD removal was observed in T2 (70.11 \pm 2.02%). All treatments had a COD/Sulfate ratio less than 0.67 and T2 had the lowest ratio (0.41). The pH values were 7.81 (T1), 7.74 (T2) and 7.79 (T3). The intermediate alkalinity / partial alkalinity (AI / AP) ratio in vinasse submitted to T1 was 0.11 (± 0.01) in treatments T2 and T3 the ratio was 0.12 (± 0.01). Among the three treatments, the concentration of total volatile acids (AVT) was higher for T1 (387.74 \pm 84.47 mg of CH₃COOH L⁻¹) and lower for T3 (310.78 \pm 19.67 mg of CH₃COOH L⁻¹). There was no accumulation of

organic acids in the process with T1 having the lowest concentration of acetic acid (211.93 ± 70.93) mg L⁻¹ and T2 having the highest concentration (280.15 ± 64.38) mg L⁻¹ in relation to the three treatments studied. The use of the FeSO₄ solution did not allow to achieve an increase in the productivity and quality of the biogas obtained in the anaerobic biodigestion process of vinasse. However the process was stable and there was no accumulation of volatile acids or collapse in the bioreactor.

KEYWORDS: Vinasse anaerobic digestion iron sulfate biogás

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil com o propósito de estimular a adoção de tecnologias com melhores índices de sustentabilidade (econômica ambiental e social) contribuindo ainda para a redução das emissões de gases de efeito estufa no país tendo como objetivo ampliar a participação dos biocombustíveis na matriz de transportes brasileira elaborou a nova política nacional de biocombustíveis (RenovaBio) instituída pelo Decreto Lei 13.576/2017 (BRASIL 2017) que é uma política de estado de descarbonização das atividades de transporte. A cadeia da agroindústria sucroenergética contribui positivamente para a redução de emissão dos gases do efeito estufa para a atmosfera por meio da remoção do CO₂ através da fotossíntese para a produção de biomassa.

No entanto o setor sucroenergético precisa superar desafios para proporcionar de fato uma atividade totalmente limpa e sustentável. Isto porque gera grandes volumes de resíduos. A vinhaça gerada na etapa de destilação é o mais importante deles tanto em volume quanto em potencial poluidor (GRANATO e SILVA 2002). Além da elevada proporção em que é produzida considerado que é o efluente de maior volume da indústria do etanol pode representar um problema ecológico devido à sua elevada carga orgânica demanda química de oxigênio (DQO) de aproximadamente 35.000 mg L⁻¹ composta pelo residual dos carboidratos não consumidos na fermentação alcoólica e também pela elevada concentração de sais e ácidos orgânicos (CORTEZ et al. 2014; SYDNEY et al. 2014; CETESB 2006). Com isso surge a preocupação relacionada ao destino final desse subproduto. Devido a sua composição faz-se possível o uso da vinhaça para a produção de biogás através da biodigestão anaeróbia processo responsável pela redução da DQO e manutenção da composição nutricional de minerais presentes na vinhaça além de proporcionar um biofertilizante e a produção do biogás (CHERNICHARO 2007).

Diferentes abordagens têm sido aplicadas para melhorar a produção de biogás em biodigestores. Devido à necessidade de aprimorar e melhorar o processo de Metanogênese tem-se aumentado o interesse em diversas técnicas. Entre essas a suplementação de aditivos inorgânicos e biológicos tem mostrado bons resultados na melhora do desempenho (ROMERO-GUIZA et al. 2016). Fornecer condições ao meio é de suma importância considerando que um determinado fator provoca desequilíbrio no processo afetando principalmente as arqueias metanogênicas que por serem mais

sensíveis às condições de meio deixam de produzir o biogás ocasionando o aumento na concentração dos ácidos orgânicos voláteis e de outros produtos intermediários inibindo ainda mais a produção do biogás (OLIVEIRA 2009; MEYSTRE 2007).

Quando se objetiva a produção de biogás quanto maior a concentração de sulfeto maior a interferência nas rotas de biodegradação da matéria orgânica. Quando um sistema apresenta uma quantidade excessiva de sulfato e matéria orgânica é insuficiente para a redução completa do mesmo o H_2 disponível é usado pelas bactérias redutoras de sulfato (BRS) afetando então a produção de biogás (ROBINSON; TIEDJE 1984).

No estudo de Erdirencelebi et al. (2007) foi avaliada a remoção de matéria orgânica juntamente com dados de redução de sulfato em dois estudos de tratamento anaeróbio usando diferentes configurações de reatores. Um reator anaeróbio de fluxo ascendente de manta de lodo (UASB) reator de tanque completamente agitado (CSTR) e reator de batelada (BR) usando acetato e glicose como substratos.

Reatores anaeróbios de fluxo ascendente de manta de lodo (UASB) alimentados com glicose foram examinados estudando a porcentagem de uso de demanda química de oxigênio por bactérias redutoras de sulfato em taxas variáveis de DQO/SO_4^{2-} . Entre os três tipos de reatores anaeróbios para a remoção de sulfato alimentados com glicose e acetato como substratos os reatores UASB alimentados com glicose apresentaram o mais alto nível de remoção de matéria orgânica juntamente com uma redução de sulfato. Os CSTRs alimentados com acetato apresentaram menores atividades de redução de sulfato. A glicose mostrou ser um substrato ligeiramente melhor para bactérias redutoras de sulfato em comparação ao acetato. O sulfato foi removido mais lentamente mas também com mais eficiência com taxas crescentes de DQO/SO_4^{2-} .

Assim o objetivo deste estudo foi avaliar duas concentrações (500 mg L^{-1} e 1.000 mg L^{-1}) de sulfato de ferro ($FeSO_4$) na vinhaça exposta ao processo de biodigestão anaeróbia em reatores de fluxo ascendente de manta de lodo (UASB) sob temperatura mesofílica ($38 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$) inoculado com lodo granular a fim de avaliar a produção e composição do biogás além de averiguar o comportamento do processo de biodigestão anaeróbia quando submetido a essas condições.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Substrato

Foi utilizado como substrato rico em sulfato a vinhaça que é um resíduo tradicionalmente obtido de processo de produção de etanol. O material foi coletado de uma usina de etanol e açúcar localizada em Iracemápolis-SP Brasil. Essa matéria-prima foi coleta com aproximadamente $18 \text{ }^\circ\text{Brix}$ e concentrada até $50 \pm 2 \text{ }^\circ\text{Brix}$ por aquecimento e evaporação. Esse procedimento foi adotado apenas para facilitar o armazenamento do

material o qual foi armazenado em galões de polietileno sob temperatura de $6\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Antes de ser utilizada no processo de biodigestão a vinhaça foi diluída em água filtrada de modo que se ajustasse a concentração para 3 2% de sólidos solúveis que é a concentração média da vinhaça após o processo de destilação do vinho. Após a diluição o pH da vinhaça era corrigido até a faixa ideal de 6 8 – 7 2 com adição de bicarbonato de sódio comercial (NaHCO_3).

2.2 Inóculo

Trata-se de um lodo metanogênico ativo granular obtido de um reator anaeróbio termofílico em operação no tratamento de vinhaça de uma unidade industrial na região de Pradópolis/SP. O volume de inóculo utilizado foi de 50% do volume do reator. Por se tratar de um inóculo retirado de um reator em operação o período de adaptação foi curto e já havia sido utilizado por outras pesquisas no laboratório. Sendo assim o inóculo não necessitou de adaptação para se estabilizar até o início do estudo.

2.3 Reatores

Foram utilizados dois reatores de aço inox tipo UASB (*Up-flow Anaerobic Sludge Blanket*) com capacidade de 50 L e volume útil de 34 5 L. Os reatores continham separadores trifásicos saída para gás e duas saídas para efluente na parte superior. Enquanto na parte inferior continha entrada para afluente e ao logo do reator cinco pontos para saída de amostra.

2.4 Procedimento experimental

A condução dos ensaios de biodigestão ocorreu de forma contínua durante 63 dias com alimentação em batelada cada reator foi alimentado diariamente com 5 L de vinhaça. O tempo de detenção hidráulica do reator foi de 7 dias. Foram testadas a vinhaça e vinhaça com a adição de duas dosagens 500 mg L^{-1} (T2) e $1.000\text{ (T3) mg L}^{-1}$ de sulfato de ferro (FeSO_4) da marca Synth com peso molecular (P.M) 489 90g e também um tratamento controle (T1) sem a adição do FeSO_4 . Os bioensaios foram realizados em triplicatas por tratamento. O experimento foi conduzido utilizando dois biorreatores R1 e R2 com 5 ensaios distribuídos de forma aleatória conforme demonstrado na Tabela 1. Cada ensaio teve a duração de 7 dias e após o período de casa ensaio os reatores foram alimentados somente com vinhaça durante 7 dias (1 TDH) a fim de substituir todo o volume de vinhaça existente no reator. Somente após essa etapa era dado início ao ensaio com um novo tratamento.

BIORREADORES	ENSAIOS				
	1	2	3	4	5
REATOR 1 (R1)	T1R1	T2R3	T3R1	T3R3	T1R2
REATOR 2 (R2)	T2R1	T3R2	T2R2	T1R3	-

Tabela 1- Descrição dos tratamentos e sequência de realização dos ensaios de biodigestão anaeróbia.

T1 – controle; T2 –500 mg L⁻¹ FeSO₄; T3 – 1000 mg L⁻¹ FeSO₄; R – repetições

2.5 Métodos analíticos

A avaliação do processo de biodigestão anaeróbia foi realizada através do monitoramento do afluente (substrato) efluente (biodigestado) e do biogás gerado em cada reator. O monitoramento foi realizado durante os 7 dias de duração de cada ensaio e os parâmetros foram avaliados duas vezes na semana (2º e 6º dia).

2.5.1 Parâmetros de monitoramento

Os parâmetros pH e demanda química de oxigênio (DQO) foram mensurados de acordo com APHA (2012) alcalinidade total por JENKINS et al. (1983) e acidez total por DILALLO e ALBERTSON (1961).

2.5.2 Teor de sulfato e ácidos orgânicos

As concentrações de sulfato e ácidos orgânicos (ácido acético ácido butírico ácido propiônico e ácido succínico) presente no afluente e efluente foram analisados por um cromatógrafo de íons modelo IC 930 Compact da *Metrohm®* equipado com a coluna Metrosep A Supp 5 250/4.0 à 25 °C para análise do teor sulfato e a coluna Metrosep Organic Acid à 25 °C para ácidos orgânicos. As análises foram realizadas seguindo-se o método descrito pelo fabricante (EITH et al. 2006). Primeiramente as amostras foram centrifugadas sob 860 g durante 10 minutos posteriormente diluídas 5 vezes com água ultrapura e filtradas em unidades filtrantes de membrana PTFE hidrofóbico com porosidade de 0 45 µm.

2.5.3 Volume de biogás

A produção volumétrica de biogás foi mensurada em tempo real durante todos os ensaios com auxílio do medidor de gás úmido modelo *Wet Tip Gas Meter®* da marca *Archaea Press* o qual emitia sinal elétrico para um controlador lógico programável (CLP) captado por um sistema de supervisão e aquisição de dados (SCADA). Este sistema de aquisição de dados permitia obter informações sobre a produção de biogás no tempo uma vez por segundo. No entanto para o estudo foi considerado resultados médios acumulados

no intervalo de 60 minutos (1 h).

2.5.4 Composição do biogás

O teor de metano foi analisado por cromatografia de fase gasosa com o auxílio do cromatógrafo gasoso modelo CG-2014 da Shimadzu® equipado com detector de ionização em chamas “Flame Ionization Detector” e Coluna SH-Rt-Q-BOND sob temperatura de 150 °C. As análises foram realizadas seguindo-se a metodologia descrita pelo fabricante (SHIMADZU 2014). Para realizar a análise foram coletadas 60 mL do biogás diretamente retiradas do bioreator utilizando seringa (INJEX) de rosca acoplada a torneira de 3 vias Luer Lock no intuito de aprisionar o gás. Posteriormente foram injetados no cromatógrafo gasoso as análises foram realizadas em triplicata.

2.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com dados longitudinais sendo 3 tratamentos com 3 repetições. Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de F da análise de variância e posteriormente ao teste de Tukey ($p \leq 0,05$) com auxílio do software SAS 9.8® (SAS INSTITUTE 1985).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Degradação de matéria orgânica e relação DQO/Sulfato

Em relação a concentração de DQO efluente os resultados obtidos durante a operação dos reatores demonstraram que o tratamento controle (T1) apresentou a maior concentração final de DQO ($10.534,89 \pm 400,25 \text{ mg L}^{-1}$) e o menor percentual de remoção ($64,59 \pm 1,35 \%$). Neste caso também foi observada a maior relação DQO/Sulfato (0,53) dentre os tratamentos avaliados. Por outro lado o substrato submetido ao T2 ($500 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4$) apresentou as menores concentração residuais de DQO ($8892,70 \text{ mg L}^{-1} \pm 491,28$) e a maior percentual de remoção ($70,11 \pm 2,02 \%$) também foi observado a menor relação DQO/Sulfato (0,41) (Tabela 2).

	DQO ($\text{mg L}^{-1} \text{ O}_2$)	Remoção de DQO (%)	Sulfato mg L^{-1}	DQO/Sulfato
T1	$10.534,89 \pm 400,25$	$64,59 \pm 1,35$	$19.695,45 \pm 37,56$	0,53
T2	$8.892,70 \pm 491,28$	$70,11 \pm 2,02$	$21.590,36 \pm 469,26$	0,41
T3	$9.323,98 \pm 373,10$	$68,66 \pm 1,25$	$21.482,25 \pm 760,20$	0,43

Tabela 2 – Valores médios da DQO efluente, remoção de DQO, sulfato e relação DQO/Sulfato nos tratamentos T1 controle, T2 500 mg L^{-1} de FeSO_4 e T3 1.000 mg L^{-1} de FeSO_4

O sulfato é o composto mais importante a ser monitorado nos processos anaeróbios pois é capaz de favorecer a população de bactérias redutoras de sulfato (BRS) que competem com as bactérias acetogênicas no consumo do propionato e com as arqueias hidrogenotróficas pelo H_2 (ESPAÑA-GAMBOA et al. 2012). A concentração de sulfato encontrado na vinhaça afluyente foi de $3.896\ 83\ mg\ L^{-1}$ ($\pm 8\ 80$). Os resultados obtidos em todos tratamentos mostram o aumento elevado teor de sulfato durante o processo de biodigestão anaeróbia. Sendo que o T1 expressou o aumento de sulfato de 405 42 % o T2 454 04 % e o T3 451 28 %.

A relação 0 67 de DQO/Sulfato no caso de águas residuais subjetivamente existe sulfato considerável disponível para a biomassa redutora de sulfato eliminar completamente a matéria orgânica. Em contrapartida quando as razões DQO/Sulfato for inferior a 0 67 a quantidade de matéria orgânica na água residual é insuficiente para a redução completa do sulfato. Entretanto para águas residuais com relação DQO/Sulfato superiores a 0 67 a remoção completa da matéria orgânica só pode ser atingida em condições de redução do sulfato e ocorrer Metanogênese simultaneamente (RINZEMA; LETTINGA 1988a). Jeong e colaboradores (2008) em seu estudo utilizando lodo ativado residual pré-tratado e não tratado termicamente em várias concentrações de sulfato (50 100 500 1000 5000 $mg\ L^{-1}$) e razões DQO/Sulfato (116 58 11 6 5 8 1 16) respectivamente observou que à medida que a razão DQO/Sulfato aumentou as eficiências de remoção de DQO para lodo ativado de resíduos não tratado e pré-tratado termicamente também aumentaram. Quando as razões DQO/Sulfato estavam abaixo de 10 as taxas de produção de metano diminuíram. Assim sendo quando o valor DQO de Sulfato contendo águas residuais afluentes é alto ele pode reduzir o papel das BRS (JEONG 2008). Comumente não há problemas para tratamentos metanogênicos em águas residuais contendo razão DQO/Sulfato maior que 10 (RINZEMA; LETTINGA 1988b).

Em outro estudo Guerrero et al. (2013) avaliaram a influência do teor de sulfato e do pH na biodigestão anaeróbia de águas residuais de curtumes reais usando diferentes concentrações de sulfato (SO_4^{-2}) sob várias condições de pH. Assim observaram que a alta Atividade Metanogênica Específica (AME) foi constatada nos valores mais elevados da razão DQO/Sulfato pois para valores abaixo de 0 77 não houve diferenças significativas entre AME em pH 6 4 e 6 8. Isso pode ser explicado pelos baixos valores de DQO/Sulfato (3 33 1 67 1 00 0 77 e 0 63) utilizado.

Foi apontado que a razão mínima teórica DQO/Sulfato na qual as BRS contra arqueias metanogênicas são favorecidas é 0 87 (GREBEN et al. 2000). No estudo de Guerrero et al. (2013) as BRS foram favorecidas nas duas razões DQO/Sulfato mais baixas estudadas (0 63 e 0 77).

No presente estudo os tratamentos T2 e T3 que foram submetidos as concentrações de $500\ mg\ L^{-1}$ e $1.000\ mg\ L^{-1}$ de $FeSO_4$ respectivamente apresentaram menor razão DQO/Sulfato (0 41 e 0 43) isto pode estar associado ao impacto causado pelo aumento

da concentração de sulfato. Curiosamente o tratamento T2 que foi suplementado com a menor concentração de FeSO_4 apresentou menor relação DQO/Sulfato (0,41) e maior concentração do teor de sulfato ($21.590,36 \pm 469,26$). Possivelmente neste tratamento o sulfato não foi degradado tendo maior concentração em sua composição.

3.2 Monitoramento do processo por pH alcalinidade e acidez volátil total

No tocante aos valores de pH os resultados observados aos tratamentos T1 (controle) T2 (500 mg L^{-1}) e T3 (1.000 mg L^{-1}) foram: 7,81; 7,74; 7,79 respectivamente (Tabela 3) indicando que o uso da solução de FeSO_4 não promoveu interferência nos valores de pH dos substratos investigados.

No processo de biodigestão anaeróbia os valores ótimos de pH para as reações enzimáticas ocorrem entre 6,2 e 7,6 (MCCARTY 1964) embora seja possível alcançar estabilidade na formação de metano na faixa 6,0 a 8,2 (SPEECE 2008). Hulshoff-Pol e colaboradores (2001) relatam que tanto em condições mesófilas como termofílicas o lodo granular é menos inibido pelo H_2S em pH baixo ou neutro ao passo que a inibição é muito similar em altos valores de pH.

Com relação à alcalinidade total os resultados obtidos demonstraram que o T2 (500 mg L^{-1} de FeSO_4) apresentou os maiores teores médios ($1.741,92 \pm 706,64 \text{ mg L}^{-1}$) do que os demais tratamentos T1 ($1.283,41 \pm 102,38 \text{ mg L}^{-1}$) e T3 ($1.361,81 \pm 21,85 \text{ mg L}^{-1}$) respectivamente. Para sistemas anaeróbios em condições mesofílicas McCarty (1964) indica que alcalinidade a bicarbonato desejável fica em torno de $2.500 - 5.000 \text{ mg L}^{-1}$. Estes valores são referências para reatores UASB com fluxo contínuo. Porém mesmo quando não alimentados com fluxo contínuo e recirculando substrato promove maior produção de alcalinidade. Todos os tratamentos apresentaram valores menores do que indicado pela literatura (Tabela 3). O que pode ser justificado pela ausência de recirculação do substrato nos reatores R1 e R2.

Parâmetros	T1 (Controle)	T2 ($500 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4$)	T3 ($1.000 \text{ mg L}^{-1} \text{ FeSO}_4$)
pH	7,81	7,74	7,79
AT ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)	$1283,41 \pm 102,38$	$1741,92 \pm 706,64$	$1361,81 \pm 21,85$
AI ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)	$125,83 \pm 18,03$	$178,89 \pm 39,55$	$147,55 \pm 26,48$
AP ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)	$1157,58 \pm 91,82$	$1593,04 \pm 668,23$	$1214,25 \pm 47,81$
AI/AP	$0,11 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,02$
AVT ($\text{mg CH}_3\text{COOH L}^{-1}$)	$387,74 \pm 84,47$	$355,06 \pm 29,49$	$310,78 \pm 19,67$

Tabela 3 -Valores da média de alcalinidade total (AT) alcalinidade intermediária (AI) alcalinidade parcial (AP) e relação AI/AP em todos os tratamentos

Em relação à alcalinidade intermediária (AI) obtiveram os seguintes: no processo de biodigestão submetido ao T1 os teores de alcalinidade intermediária foram $125,83 \pm 18$

03 mg L⁻¹. Estes teores foram menores do que os encontrados em T2 (178 89 ± 39 55 mg L⁻¹) e T3 (147 55 ± 26 48 mg L⁻¹) (Tabela 4). Isto indica que a população de bactérias acetogênicas no processo de biodigestão submetida ao T1 teve maior habilidade em converter ácidos em acetatos do que as populações desses microrganismos submetidas às condições do T2 e T3. Os teores de Al no biodigestado submetido ao T2 (500 mg L⁻¹ de FeSO₄) foi 42 17 % maior do que os valores desse parâmetro no reator submetido ao tratamento controle (T1). Já o T3 (1.000 mg L⁻¹ de FeSO₄) expressou o acréscimo de 17 26 % em relação ao T1.

Ademais a relação Al/AP é um importante indicador do equilíbrio do processo anaeróbio (FORESTI 1994). Relações Al/AP superiores a 0 3 são indesejáveis ao processo pois indicam a ocorrência de distúrbios no processo de digestão anaeróbia (RIPLEY 1986).

A instabilidade do processo anaeróbio ocorre quando a velocidade de produção de ácidos for maior que seu consumo acarretando queda do pH e inibição das atividades de arqueias metanogênicas sensíveis às mudanças nas condições ambientais. Para que haja estabilidade no processo de biodigestão anaeróbia a faixa de ácidos voláteis totais (AVT) recomendada é de 50 a 500 mg L⁻¹ (GERARDI 2003).

A concentração média de AVT no efluente foi 387 74 (± 84 47); 355 06 (± 29 49) e 310 78 (± 19 67) mg CH₃COOH L⁻¹ para T1 T2 e T3 respectivamente resultando na redução de 89 16 % 90 08 % 91 31 % para o T1 T2 e T3 respectivamente considerando que a concentração de AVT na vinhaça afluente foi de 3.577 64 mg CH₃COOH L⁻¹. O T3 com a maior concentração de FeSO₄ apresentou a menor concentração de AVT em comparação aos outros tratamentos porém as porcentagens de redução em todos os tratamentos foram próximas.

3.3 Produção e consumo de ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos são substâncias de suma importância no processo de biodigestão anaeróbia. Servem como base para monitoramento assim como para eficiência de produção de biogás. Nota-se na Tabela 4 que o ácido propiônico não foi detectado e os teores dos ácidos succínico acético e butírico sofreram diminuição em todos os tratamentos.

Tratamentos	Succínico (mg L ⁻¹)	Acético (mg L ⁻¹)	Butírico (mg L ⁻¹)	Propiônico (mg L ⁻¹)
T1	42,57 ± 0,08	211,93 ± 70,93	38,36 ± 0,59	ND
T2	62,33 ± 1,61	280,15 ± 64,38	42,56 ± 4,99	ND
T3	52,61 ± 1,52	255,42 ± 9,46	46,48 ± 0,84	ND

ND: não detectado

Tabela 4: Concentração de ácidos orgânicos e desvio padrão no efluente obtido em todos os tratamentos

A concentração de ácido succínico na vinhaça afluente foi de 1.274 95 mg L⁻¹

obtendo a redução da de 96 7% 95 11% e 95 9% para T1 T2 e T3 respectivamente. Avaliando os teores de ácido acético é o possível observar que os tratamentos com a suplementação de FeSO_4 T2 e T3 apresentaram os maiores teores desse ácido de modo que o T2 com 500 mg L^{-1} de FeSO_4 foi o que apresentou maior concentração. Schmidt et al. (2014) em seus estudos observaram que a deficiência de Ferro (Fe) não causou aumento de ácido acético. A concentração de ácido acético na vinhaça afluyente foi de 456 90 mg L^{-1} resultando em remoções de 53 62% 38 68% 44 09% para T1 T2 e T3 respectivamente. Devido a vinhaça ser um substrato de composição variada nota-se que a concentração de ácido acético encontrado no material utilizado para o processo de biodigestão anaeróbia não apresentou concentração elevada. Porém quando utilizaram a concentração de 100 mg L^{-1} de Fe juntamente com 0 7 mg L^{-1} Níquel constataram o acréscimo geral na concentração de ácidos orgânicos voláteis concluindo que somente o uso desses elementos não é suficiente para manter um processo estável e que outros elementos também podem estar em deficiência. Silverio (2017) em seu estudo caracterizou a vinhaça afluyente obtendo 1.641 9 mg L^{-1} de ácido acético em sua composição. Nos primeiros dias (1^o-6^o) verificou-se eficiência no consumo de ácido acético atingindo no 2^o dia a concentração de 441 99 mg L^{-1} alcançando a redução de 65 94 % de ácido acético porém após esse período observou o aumento das concentrações de ácidos orgânicos no reator. Todavia no presente estudo não foi observado acúmulo de ácido acético no reator mas também não foi apresentado consumo eficiente pois a remoção desse elemento foi relativamente pequena considerando a concentração do efluente.

No tocante à concentração de ácido butírico os resultados obtidos foram satisfatórios pois demonstraram que esse ácido foi consumido e não acumulado no reator evidenciando o processo de transformação do ácido butírico em ácido acético que também foi consumido evitando acidez no meio. A concentração de ácido butírico expresso na vinhaça afluyente foi de 1.351 96 mg L^{-1} obtendo redução de 97 16% 96 85% e 96 56 % para o T1 T2 e T3 respetivamente. Constata-se que o T3 com 1.000 mg L^{-1} de FeSO_4 foi o que apresentou maior concentração de ácido butírico possivelmente a conversão para acetato utilizando essa concentração foi menos eficiente em relação aos outros tratamentos.

Estudos anteriores relataram concentrações de ácido acético de até 1.370 e 6.000 mg L^{-1} ; ácido butírico entre 886 e 1193 mg L^{-1} ; e concentrações de ácido propiônico como 2.800 e 3.009 mg L^{-1} (LEITE et al. 2015; GOODWIN; STUART 1994; ESPAÑA-GAMBOA et al. 2012; LÓPEZ-LÓPEZ et al. 2015). Assim nota-se que no presente estudo não foi observado acúmulo de nenhum desses ácidos durante o processo de biodigestão anaeróbia.

3.4 Produção de biogás e teor de metano

Durante o período operacional a média de todos os tratamentos considerando as repetições foram: 68 23 (± 2 98) L 68 06 (± 0 84) L e 66 80 (± 0 81) L para T1 T2 e

T3 respectivamente (Tabela 5). Esses resultados demonstram que não foram observadas diferenças no potencial de produção de biogás dos reatores mesmo operando com substrato (afluentes) com concentrações altas de sulfato (SO_4^{-2}).

Tratamentos	BIOGÁS (L)							CV (%)
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	
T1	64,40 aA	66,20 Aa	69,43 aA	67,73 aA	70,27 aA	69,67 aA	69,87 aA	7,69
T2	62,40 aA	63,77 aA	66,37 aA	71,93 aA	70,87 aA	68,27 aA	75,50 aA	6,7
T3	63,30 aA	63,77 aA	64,53 aAB	67,83 aAB	67,60 aAB	68,37 aAB	72,20 aB	4,13
CV (%)	4,99	4,72	6,53	4,47	4,13	6,19	10,56	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey a 5 % de nível de significância; Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma linha diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey a 5 % de nível de significância; T1: Controle; T2 500 mg L⁻¹ de FeSO₄; T3: 1.000 mg L⁻¹ FeSO₄; CV: Coeficiente de variação.

Tabela 5: Produção de biogás durante o período dos ensaios com três repetições de 7 dias de operação cada ensaio

Considerando que a carga orgânica expressa através da DQO no efluente foi em média de 29.744 52 mg L⁻¹ pode-se estimar que a produção de média de biogás por grama de DQO foi de 0 46 L g⁻¹; 0 46 L g⁻¹ e 0 45 L g⁻¹ nos tratamentos T1 T2 e T3 respectivamente.

No tocante às concentrações de metano (CH₄) o teor médio observado no biogás obtido em T1 foi 61 97 (±0 05)% T2 60 41 (± 0 32)% e T3 61 65 (±1 45)% (Figura 1).

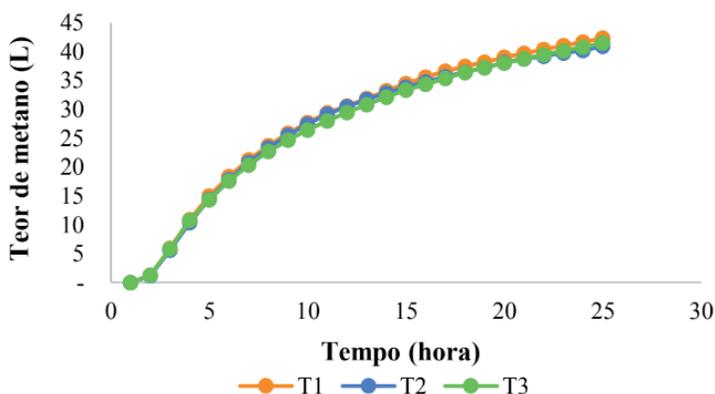


Figura 1 - Cinética dos tratamentos T1 (controle); T2 (500 mg L⁻¹ FeSO₄) e T3 (1000 mg L⁻¹ FeSO₄) em relação ao teor de metano durante 24 horas por meio da biodigestão anaeróbia

De acordo com Souza et al. (2005) e Coelho et al. (2006) o biogás proveniente dos processos de biodigestão anaeróbia possui como composição típica 60 % de metano 35 % de dióxido de carbono e 5 % de uma mistura de hidrogênio. Contudo esses valores sofrem variação dependendo do tipo de substrato utilizado. Dependendo da eficiência do processo influenciado por fatores como carga orgânica pressão e temperatura durante a fermentação biogás pode conter entre 40 e 80% de metano.

Observa-se na Figura 2 que na 5ª hora obteve-se o maior volume em litros por hora tanto de biogás quanto em teor de metano em todos os tratamentos avaliados. Isto significa que nesse momento possivelmente ocorreu a maior taxa de transformação da matéria orgânica em biogás. Esses resultados demonstram que a produtividade de metano e de biogás ($\text{g L}^{-1} \text{h}^{-1}$) não sofreram interferências dos tratamentos ministrados. Conforme a literatura quanto maior a eficiência do tratamento maior será a produção de metano pelo sistema e a capacidade de obtenção de energia (JIANG et al. 2013; DENG et al. 2014).

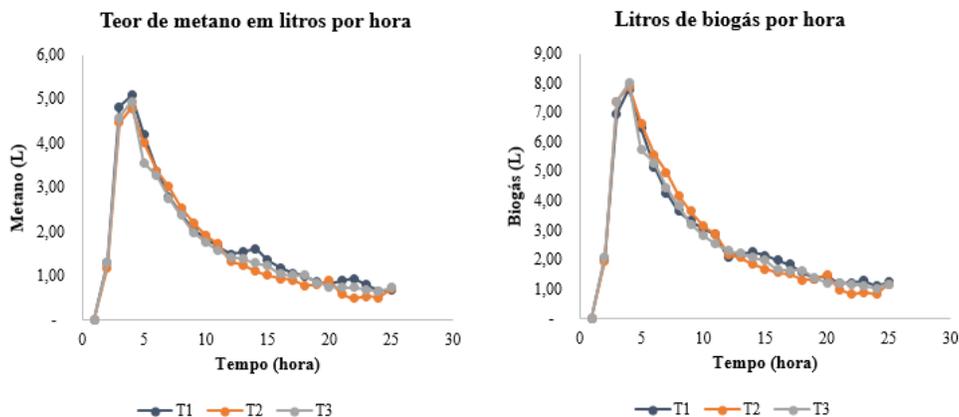


Figura 2 - Comparação do teor de metano e produção de biogás por hora em cada tratamento: T1 (controle); T2 (500 mg L⁻¹ FeSO₄) e T3 (1000 mg L⁻¹ FeSO₄)

4 | CONCLUSÃO

Neste estudo os tratamentos com o uso da solução de sulfato de ferro (FeSO₄) na concentração de 500 e 1.000 mg L⁻¹ para a suplementação da vinhaça não permitiram observar aumento da produtividade e da qualidade em teor de metano no biogás obtido em processo de biodigestão anaeróbia da vinhaça visto que todos os tratamentos apresentaram respostas semelhantes. Sendo a maior porcentagem (70 11 ± 2 02%) de remoção da matéria orgânica atingida foi para o tratamento T2 (500 mg L⁻¹ de FeSO₄). Todos os tratamentos estudados apresentaram razão DQO/Sulfato inferior a 0 67 e se manteve estável durante o processo de biodigestão anaeróbia. Posto isto os resultados

obtidos neste estudo mostram que a condução do processo de biodigestão da vinhaça com suplementação de 500 e 1.000 mg L⁻¹ não causou colapso no reator e se manteve estável.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22^a ed. Washington: American Public Health Association 2012. 1935 p.

BRASIL. LEI Nº 13.576 DE 26 DE DEZEMBRO DE 2017. **Disponível em** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13576.htm

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Vinhaça – critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. Norma Técnica P4.231** 2006.

CHERNICHARO C. A. L. de. **Reatores anaeróbios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: DESA-UFMG 2007. 359 p.

COELHO S. T.; GOLDEMBERG J.; LUCON O.; GUARDABASSI P. Brazilian sugarcane ethanol: lessonslearned. **Energy for SustainableDevelopment** v. 10 n. 2 p. 26-29 2006.

CORTEZ L. A. B.; ROSSEL C. E. V.; JORDAN R. A.; LEAL M. R. L. V.; LORA E. E. S. R&d needs in the industrial production of vinasse. **Sugarcanebioethanol - R & D for productivity and sustainability** p. 619–636 2014.

DENG Y.; XU J.; LIU Y.; MANCL K. (2014) Biogas as a sustainableenergysource in China: Regional developmentstrategyapplication and decisionmaking. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** v. 35 p. 294-303.

DILALLO R.; ALBERTSON O. E. Volatile Acids by Direct Titration. **ENERGIGASSVERIGE. Biogas in Sweden**. 4. v. 33 p. 356–365 Abril 1961.

EITH C; KOLB M; SEUBERT A &VIEHWEGERM K. H. **Práticas em Cromatografia de íons: Uma Introdução**. 2006. 142 p. Metrohm 2006.

ERDIRENCELEBI D.; OZTURK I.; COKGOR E.U.; TONUĞ G.U. Degree of sulfate-reducingactivities on COD removal in various reactor configurations in anaerobicglucose and acetate-fedreactors. **Clean Soil Air Water** 2007 35 178–182.

ESPAÑA-GAMBOA E. I. MIJANGOS-CORTÉS J. O.; HERNÁNDEZ-ZÁRATE G.; MALDONADO J. A.; ALZATE-GAVIRIA L. Methane production by treating vinasses from hydrous ethanol using a modified UASB reactor. **Biotechnology for Biofuels** v. 5 p. 82-90. 2012. DOI: 10.1186/1754-6834-5-8

FORESTI E. Fundamentos do processo de digestão anaerobia In: Universidad de la República. **Tratamientoanaerobio**. Montevideo s.n 1994. p.97-110.

GERARDI M. H. **A microbiologia do digestor anaeróbico** John Wiley & Sons Inc. Hoboken Nova Jersey (2003).

- GRANATO E. F.; SILVA C. L. **Geração de energia elétrica a partir do resíduo vinhaça**. ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL 4. Campinas 2002.
- GOODWIN J. A. S.; STUART J. B. Anaerobic digestion of malt whisky distillery pot ale using up flow anaerobic sludge blanket reactors. **Bioresource Technology** v. 49. p. 75-81. 1994.
- GREBEN H.A.; MAREE J.P.; SINGMIN Y. AND MNQANQENI S. Biological sulphate removal from acid mine effluent using ethanol as carbon and energy source. **Water Sci. Technol.** 2000 42 (3-4) 339-344.
- GUERRERO L.; CHAMY R.; JEISON D.; MONTALVO S.; HUILIÑIR C. (2013) Behavior of the anaerobic treatment of tannery wastewater at different initial pH values and sulfate concentrations. **J Environ Sci Heal A** 48(9):1073-1078
- HULSHOFF-POL L. W.; LEANS P. N. L.; WEIJMA J.; STAMS A. J.M. New developments in reactor and process technology for sulfate reduction. **Water Science and Technology** v. 44 n.8 0. 67-76 2001.
- JENKINS S.R.; MORGAN J.M.; SAWYER C.L. *Measuring anaerobic sludge digestion and growth by a simple alkalimetric titration*. **Journal of water pollution control federation** v.55 n.5 p. 448-453. 1983.
- JEONG T. Y.; CHA G. C.; SEO Y. C. JEON C.; CHOI S. S (2008) Effect of COD/ sulfate ratios on batch anaerobic digestion using waste activated sludge. **J Ind Eng Chem** 14(5):693-697
- JIANG X.; HAYASHI J.; SUN Z.Y.; YANG L.; TANG Y.Q.; OSHIBE H.; OSAKA N.; KIDA K. (2013) Improving biogas production from protein-rich distillery wastewater by decreasing ammonia inhibition. **Process Biochemistry** v. 48 p. 1778-1784.
- LEITE A. F.; JANKE L.; ZUOPENG L. V.; RICHNOW H. H.; NIKOLAUSZ M. Improved monitoring of semi-continuous anaerobic digestion of sugarcane waste: effects of increasing organic loading rate on methanogenic community dynamics. **International Journal of Molecular Sciences** v. 16 p. 23210-23226. 2015.
- LÓPEZ-LÓPEZ A.; BECERRIL E. L.; CONTRERAS M. E. R.; GARCIA E. V. Influence of alkalinity and VFAs on the performance of an UASB reactor with recirculation for the treatment of tequila vinasses. **Environmental Technology** v. 36 p. 2468-2476. 2015.
- MCCARTY P. L.; Anaerobic waste treatment fundamentals. **Public Works** v.95 n.9 10 11 e 12 1964.
- MEYSTRE J. A. **Partida de um reator UASB em escala piloto para tratamento de efluente doméstico**: estudo de caso para a região da Serra da Mantiqueira. 2007. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) - Universidade Federal de Itajubá Itajubá 2007.
- OLIVEIRA R. D. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouro e as possibilidades no mercado de carbono**. 2009. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos São Carlos 2009.

RINZEMA A.; LETTINGA G. The effect of sulphide on the anaerobic degradation of propionate
Environ. Technol. Pags 83-88 1988^a.

RINZEMA A.; LETTINGA G. in: **DL WISE (Ed.) Biotreatment systems** vol.III CRC Press Boca Raton FL 1988b.

RIPLEY L. E.; BOYLE W. C.; CONVERSE J. C. Improved alkalimetric monitoring for anaerobic digestion of high-strength wastes. **Journal Water Pollution Control Federation** v. 58 n. 5 p. 406-411 1986.

ROBINSON J. A.; TIEDJE J. M.; Competition between sulfate-reducing and methanogenic bacteria for H₂ under resting and growing conditions. **Archives of Microbiology** V. 137 p. 26-32 1984.

ROMERO-GUIZA M. S.; VILA J.; MATA-ALVAREZ J.; CHIMENOS J. M.; ASTAIS S. The role of additives on anaerobic digestion: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** Volume 58 May 2016 Pages 1486-1499.

SAS INSTITUTE INC. Users Guide: Statistics Version 5 Edition. SAS Institute Inc. Cary North Carolina USA 1985.

SCHMIDT T.; NELLES M.; SCHOLWIN F.; PROTER J. Trace element supplementation in the biogas production from wheat stillage – Optimization of metal dosing. **Bioresource Technology** V. 168 P. 80-85. 2014.

SHIMADZU (2014) **N₂O/CO/CO₂/CH₄ analysis system (TCD/FID) GC-2014NCCC1**. Application data sheet no.57.

SILVERIO M. S. **Digestão anaeróbia de vinhaça 2G para produção de biogás**. 78 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo Piracicaba/ SP 2017.

SOUZA C. F.; LUCAS J. J.; FERREIRA W. P. M. Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos sob efeito de três temperaturas e dois níveis de agitação do substrato: considerações sobre a partida. **Engenharia Agrícola** v.25 n.2 p.530-539 2005.

SPEECE R. E. **Anaerobic Biotechnology and Odor/Corrosion Control for Municipalities and Industries**. Archae Press Nashville Tennessee EUA. p. 586 2008.

SYDNEY E. B.; LARROCHE C.; NOVAK A. C.; NOUAILLE R.; SARMA S. J.; BRAR S. K.; LETTI L. A. JR.; SOCCOL V. T.; SOCCOL C. R. Economic process to produce biohydrogen and volatile fatty acids by a mixed culture using from sugarcane ethanol industry as nutrient source. **Bioresource technology**. v. 159 p 380-386 May 2014.

CAPÍTULO 5

CARACTERIZAÇÃO DAS INTERAÇÕES MOLECULARES ENTRE METFORMINA E FATOR INTRÍNSECO HUMANO

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 14/11/2020

Mayse Manuele Freitas Viana Leal

Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA)
Universidade Federal de Pernambuco
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/7795043583151400>

Dijanah Cota Machado

Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Biofísica e Radiobiologia
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/6392390197330425>

Janilson José da Silva Júnior

Centro Universitário Brasileiro (UNIBRA)
Centro Universitário Maurício de Nassau
(UNINASSAU)
Recife – PE
<http://lattes.cnpq.br/1854930033546834>

RESUMO: A efetiva ação hipoglicemiante da metformina a torna um dos agentes terapêuticos mais utilizados para o tratamento de Diabetes Mellitus tipo 2. No entanto o uso crônico desse agente terapêutico está diretamente associado à redução plasmática de vitamina B₁₂ caracterizando uma típica interação fármaco-nutriente. A longo prazo a deficiência desse micronutriente pode gerar anemia e neuropatia periférica. A redução dos níveis plasmáticos de vitamina B₁₂ deve-se à diminuição na absorção desse micronutriente causado pela metformina. Ainda não está elucidado o mecanismo

molecular envolvido nesse processo. De modo a compreender o mecanismo molecular envolvido nessa interação fármaco-nutriente o presente estudo buscou caracterizar por meio de docking molecular as interações moleculares entre a metformina e o fator intrínseco humano (IF) que é o principal transportador intestinal de vitamina B₁₂. Os achados mostram que a metformina interage com resíduos que fazem parte do sítio de interação da vitamina B₁₂ no IF com os mesmos resíduos nos quais a vitamina B₁₂ interage (151 153 e 204) por meio de ligações de hidrogênio e atração eletrostática. Isso estabiliza a molécula da metformina no IF sugerindo que o mecanismo pelo qual a metformina interfere na absorção da vitamina B₁₂ se dá por meio da competição pelo mesmo sítio de interação da proteína transportadora da vitamina B₁₂.

PALAVRAS - CHAVE: Metformina vitamina B₁₂ interações moleculares.

CHARACTERIZATION OF MOLECULAR INTERACTIONS BETWEEN METFORMIN AND HUMAN INTRINSIC FACTOR

ABSTRACT: Because it effectively reduces blood glucose metformin is one of the most widely used therapeutic agents for the treatment of type 2 Diabetes Mellitus. However the chronic use of this therapeutic agent is directly associated with the plasma reduction of vitamin B₁₂ characterizing a typical drug-nutrient interaction. In the long run deficiency of this micronutrient can lead to anemia and peripheral neuropathy. The reduction in plasma vitamin B₁₂ levels is due to the decrease in the absorption of this micronutrient caused by metformin. The reduction in plasma vitamin B₁₂

levels is due to the decrease in the absorption of this micronutrient caused by metformin. The molecular mechanism involved in this process is still unclear. In order to understand the molecular mechanism involved in this drug-nutrient interaction the present study sought to characterize through molecular docking the molecular interactions between metformin and the human intrinsic factor (IF) which is the main intestinal transporter of vitamin B₁₂. The findings show that metformin interacts with residues that are part of the vitamin B₁₂ interaction site in the IF with the same residues in which vitamin B₁₂ interacts (151 153 and 204) through hydrogen bonds and electrostatic attraction. This stabilizes the metformin molecule in the IF. This suggests that the mechanism by which metformin interferes with vitamin B₁₂ absorption is through competition for the same interaction site of the vitamin B₁₂ carrier protein.

KEYWORDS: Metformin vitamin B₁₂ molecular interactions.

1 | INTRODUÇÃO

Metformina é o agente hipoglicemiante oral mais amplamente usado uma vez que é um agente de primeira linha no tratamento da Diabetes Mellitus Tipo 2. Dentre os efeitos benéficos da metformina podemos destacar: alteração no metabolismo de carboidratos diminuição do peso corporal e proteção vascular (JEETENDRA & TUSHAR 2016). Além dos efeitos benéficos podem ser observados efeitos adversos devido ao uso prolongado desse agente terapêutico dentre os quais o risco de anemia megaloblástica e neuropatia periférica estão em evidência. Estes efeitos estão associados à significativa redução plasmática de vitamina B₁₂ (também conhecida como cianocobalamina) em virtude da participação deste micronutriente na formação dos eritrócitos e na fisiologia das células nervosas (PAWLAK 2017).

A deficiência nutricional de vitamina B₁₂ causada pela metformina caracteriza uma típica interação fármaco-nutriente geralmente descrita como uma interação resultante da relação física química fisiológica patológica ou fisiopatológica entre um fármaco e um nutriente ou estado nutricional (BOULLATA et al 2012). Como consequência clínica observam-se alterações na absorção distribuição e eliminação de um fármaco ou nutriente por meio de alterações em transportadores fisiológicos ou enzimas responsáveis pela metabolização (BOULLATA & ARMENTI 2017) tal como é observado entre o uso de metformina e os níveis plasmáticos de vitamina B₁₂.

As interações fármaco-nutriente representam uma temática de interesse global (LEAL & SILVA JÚNIOR 2018). No entanto muitas interações ainda não estão precisamente esclarecidas como é o caso da interação fármaco-nutriente envolvendo a metformina e a vitamina B₁₂. Isso torna nítida a necessidade de métodos cada vez mais sofisticados para desmistificar essas interações.

Como descrito anteriormente ainda não se sabe com precisão o mecanismo pelo qual a metformina causa deficiência plasmática de vitamina B12 no entanto acredita-se que há uma redução na absorção intestinal e consequentemente redução na biodisponibilidade desse nutriente (JEETENDRA & TUSHAR 2016). Tendo em vista que uma das principais

proteínas que participam do processo de absorção intestinal de vitamina B₁₂ é o fator intrínseco humano (IF) e a metformina interfere na absorção desse nutriente o presente trabalho tem como objetivo caracterizar por meio de docking molecular as interações moleculares entre a metformina e o IF.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A estrutura do fator intrínseco humano complexado com a vitamina B₁₂ foi obtido no PDB (*Protein Data Bank*) sob código 2pmv. Coordenadas atômicas apenas do monômero proteico (cadeia A) foram salvas utilizando o software VMD (*Visual Molecular Dynamics*) (HUMPHREY et al 1996). A molécula da metformina foi obtida no banco de dados de substâncias químicas ChemSpider (*Royal Society of Chemistry-RSC*) e sua estrutura 3D foi construída utilizando o software Avogadro.

Foi utilizada a plataforma online DockThor (GMMSB/LNCC 2015) para a realização do docking. O centro do GRID (7 9 x 38 3 x 20 2) foi definido como sendo as coordenadas do cobalto da vitamina B₁₂ contida no arquivo 2pmv.pdb. A dimensão do GRID (10 x 10 x 10) foi definida visando cobrir todo o espaço do sítio de interação do fator intrínseco com a vitamina B₁₂. Foram utilizados os parâmetros padrões de docking da plataforma online do DockThor empregando um algoritmo genético com o número máximo de 1.000.000 avaliações com um tamanho de população de 1000 e um total de 30 rodadas. Para a análise do resultado foi utilizado um RMSD (*Root Mean Square Deviation*) de 2Å separando os confôrmeros em função da energia de interação proteína-ligante. Os demais parâmetros foram estabelecidos como padrão da plataforma (GMMSB/LNCC 2015).

Para as análises foi utilizado o software Discovery Studio Visualizer uma ferramenta capaz de avaliar os tipos de ligações envolvidas na interação macromolécula-ligante.

Para as análises de potencial eletrostático foi utilizado o software APBS-PDB2PQR que resolve a equação linearizada de Poisson–Boltzmann (DOLINSKY et al 2007)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Docking Molecular é um dos métodos mais utilizados para o estudo da interação entre uma proteína e uma pequena molécula em nível atômico possibilitando a caracterização do comportamento dos ligantes (pequena molécula) no local de ligação dos receptores alvo (proteína). Por meio dessa abordagem são geradas informações que auxiliam na elucidação de processos biológicos (McCONKEY et al 2002) como a possível interação fármaco-nutriente envolvendo a metformina e a vitamina B₁₂.

Dentre os confôrmeros (isômeros estruturais) resultantes do docking os três melhores ranqueados estão caracterizados na tabela de acordo com as energias de interação com IF.

Score	Rodada	Energia de Interação (Kcal/mol)
1	20	-23.056
2	14	-20.901
3	11	-20.311

Tabela 1. Ranking das posições de maior energia de interação resultantes do docking.

Dentre os resíduos que compõem o sítio de interação da vitamina B₁₂ no IF 9 resíduos se destacam: His-73 Tyr-115 Asp 151 Asp-153 Asp 204 Gln-252 Ser-347 Phe-370 e Leu-377. Esses resíduos realizam ligações de hidrogênio que estabilizam a molécula da vitamina B₁₂ sem seu sítio de interação (MATHEWS et al 2007). Os três confôrmers interagem diretamente com pelo menos 2 dos resíduos acima no entanto o confôrmere de melhor score apresentou superioridade numérica de interações com o IF. Desta forma os dados a seguir levam em consideração o confôrmere de melhor score (rodada 20).

Os resultados do docking mostram que o confôrmere de metformina que apresentou maior energia de interação interage diretamente com 3 dos resíduos que formam o sítio de interação da vitamina B₁₂ no IF (151 153 e 204) por meio do mesmo tipo de interação (ligações de hidrogênio). Como mostrado na figura 1 as ligações de hidrogênio predominam porém outros tipos de interação estão presentes como interações de caráter eletrostático.

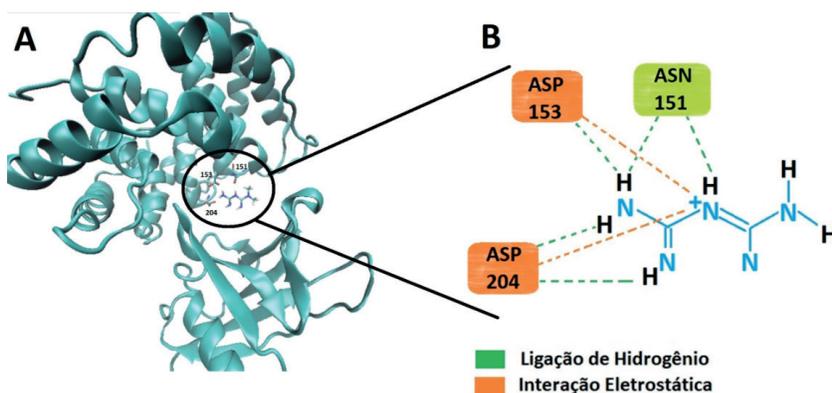


Figura 1. Representação em cartoon do IF com a metformina ocupando seu sítio de interação (A). Diagrama esquemático com as principais ligações envolvidas na interação metformina-IF (B). Elaborado pelos autores software VMD.

Os resultados computacionais apontam que os resíduos envolvidos na interação da metformina com o IF também participam da interação da vitamina B₁₂ com o IF o que sugere uma possível competição da metformina com a vitamina B₁₂ pelo mesmo sítio de

interação como mostra a figura 2.

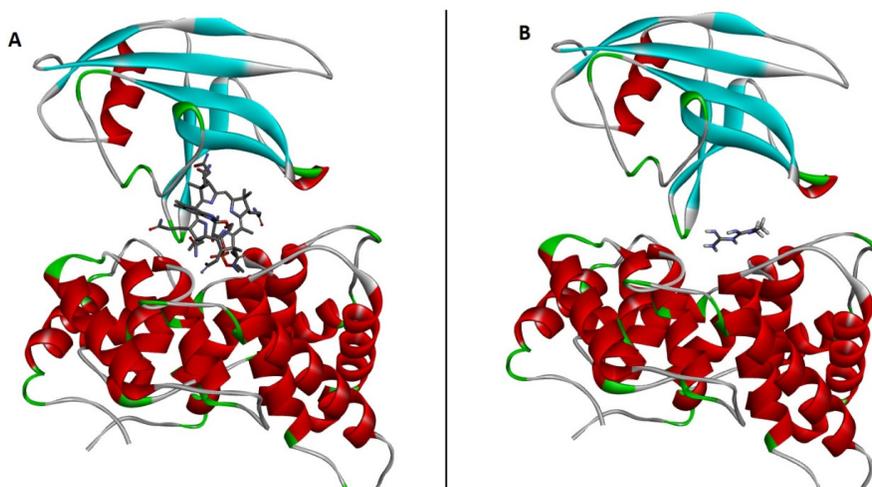


Figura 2. Representação em cartoon do sítio de interação do IF na presença de vitamina B12 (A) e metformina (B). Elaborado pelos autores imagens geradas no Discovery Studio 2017.

Para avaliar de forma mais precisa as interações de caráter eletrostático entre a metformina e o IF neste trabalho foi obtido também o mapa de potencial eletrostático (Figura 3). O mapa mostra que a metformina posiciona-se em uma região do IF cujo potencial eletrostático tende à negatividade. Isso ocorre porque a metformina adquire carga líquida positiva em pH fisiológico (EL MESSAOUDI et al 2016) o que sugere a existência de interações de caráter eletrostático entre a metformina e o IF. Interações estas que contribuem ainda mais com a estabilização da metformina no sítio de interação.

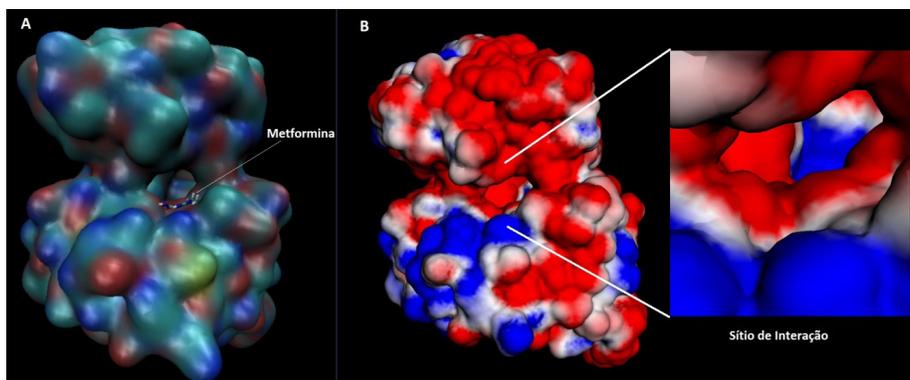


Figura 3. Representação da Metformina no sítio de interação do IF (A). Mapa de potencial eletrostático do IF destacando predominância de resíduos negativamente carregados no sítio de interação (B). Imagens geradas no VMD (A) e APBS-PDB2PQR online (B).

4 | CONCLUSÕES

Os achados mostram que a metformina interage com resíduos que fazem parte do sítio de interação da vitamina B₁₂ no fator intrínseco humano por meio de mais de um tipo de ligação (ligações de hidrogênio e atração eletrostática). Isso sugere que mecanismo pelo qual a metformina interfere na absorção da vitamina B₁₂ se dá por meio da competição pelo mesmo sítio de interação da proteína transportadora da vitamina. Nesse contexto esses dados contribuem com o esclarecimento do mecanismo molecular de interação fármaco-nutriente dos mesmos. Além disso métodos experimentais e estudos de dinâmica molecular podem ser úteis de modo a avaliar a dinâmica da interação entre a metformina e o IF e corroborar com este estudo.

REFERÊNCIAS

BOULLATA J.I. AND ARMENTI V. T. **Handbook of Drug-Nutrient Interactions**. Ed. 2 vol. 53 Springer 2017.

BOULLATA J.I.; HUDSON L. M. Drug–Nutrient Interactions: A Broad View with Implications for Practice. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics** v. 112 n. 4 p. 506-17 2012.

DOLINSKY T. J.; CZODROWSKI P.; LI H.; NIELSEN J. E.; JENSEN J. H.; KLEBE G.; BAKER N. A. PDB2PQR: Expanding and upgrading automated preparation of biomolecular structures for molecular simulations. **Nucleic Acids Research** v. 35 p. 522-5 2007.

EL MESSAOUDI S.; RUSSEL F. G.; COLBERS A.; BANDELL C. C. J. G.; VAN DEN BROEK P. H. H.; BURGER D. M.; RONGEN G. A.; RIKSE N. P. The effect of dipyridamole on the pharmacokinetics of metformin: a randomized crossover study in healthy volunteers. **European Journal of Clinical Pharmacology** v. 72 n. 6 p. 725-30 2016.

GMMSB/LNCC. DockThor: **A receptor-ligand docking program**. 2015. Acessado em 29 de junho de 2015.

HUMPHREY W DALKE A SCHULTEN K. VMD: visual molecular dynamics. **Journal of molecular graphics** v. 14 n. 1 p. 33-38 1996.

JEETENDRA S. AND TUSHAR B. Metformin Use and Vitamin B12 Deficiency in Patients with Type-2 Diabetes Mellitus. **MVP Journal of Medical Sciences** v. 3 n. 1 p. 67-70 2016.

LEAL M. M. F. V. & SILVA JÚNIOR J. J. Interações fármco nutriente: caracterização e métodos inovadores de avaliação. **Revista rios saúde** v. 1 n. 4 p. 38–48 2018.

MATHEWS F.S. et al. Crystal structure of human intrinsic factor: cobalamin complex at 2.6-Å resolution. **Proceedings of the National Academy of Sciences** v. 104 p. 17311–17316 2007.

MCCONKEY B.J.; SOBOLEV V.; EDELMAN M. The performance of current methods in ligand–protein docking. **Current Science** p. 845-856 2002.

PAWLAK R. Vitamin B12 for Diabetes Patients Treated with Metformin. **Journal of Family Medicine and Disease Prevention** v. 3 n. 2 2017.

CAPÍTULO 6

CONFEÇÃO DE MODELO DIDÁTICO USANDO CRÂNIO HUMANO: UMA FERRAMENTA PARA FACILITAR A APRENDIZAGEM DE ANATOMIA

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 14/11/2020

Bruna Fátima Sczepanhak

Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE
Cascavel - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/5319177312565906>

Jéssica Correia de Oliveira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE
Cascavel - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4595230843704181>

Marcia Miranda Torrejais

Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE
Cascavel - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/6079757636423339>

Angelica Soares

Universidade Estadual do Oeste do Paraná -
UNIOESTE
Cascavel - Paraná
<http://lattes.cnpq.br/1540117704079178>

RESUMO: A Anatomia Humana, disciplina básica nas Ciências Biológicas e da Saúde e indispensável a todo acadêmico, é complexa, criando dificuldades em seu processo de ensino-aprendizagem. No seu ensino, as aulas práticas integram as teóricas com a utilização de cadáveres, materiais sintéticos e confeccionados, que auxiliam na compreensão dos conteúdos.

Nesse contexto, o estudo do crânio humano também é complexo, sendo formado por vários ossos, além de possuir inúmeros acidentes. Para melhor visualização de suas estruturas, foram utilizados crânios humanos, secos e em estado de conservação ruim, e a técnica adotada foi a de coloração de suas partes. Na primeira etapa, os crânios foram preparados e reparados. Os ossos individuais foram identificados e marcados. As cores utilizadas para pintar os ossos foram escolhidas aleatoriamente, e o padrão inicial foi mantido na sequência de todas as peças. Os crânios pintados vão integrar o material didático do laboratório, ficando à disposição para estudo nas aulas práticas e também para visitantes, complementando o acervo ósseo. Concluímos que fabricar modelos anatômicos com material de baixo custo é viável e eficaz, o que se acredita contribuir para o ensino e aprendizagem da Anatomia Humana.

PALAVRAS - CHAVE: pintura; ossos; corpo humano; ensino.

DIDACTIC MODEL MANUFACTURE USING HUMAN SKULL: A TOOL TO FACILITATE THE LEARNING OF THE ANATOMY

ABSTRACT: Human anatomy, basic discipline in health and biological sciences indispensable to all academic students, is complex creating difficulties in its teaching-learning process. In its teaching, practical classes integrate the theoretical using cadavers, synthetic materials and manufactured that assists the understanding of the contents. In this context, the study of the human skull is also complex, being formed by several bones, besides

they have countless accidents. In order to better visualization of its structures, it was used human skulls, dry in poor shape, and the adopted technique was the one of coloring parts. In the first stage, the skulls were prepared and repaired. Individual bones were identified and marked. The colors used to paint the bones were randomly chosen, and the initial pattern was maintained in the sequence of all the pieces. The painted skulls will integrate the laboratory didactic material, staying available for study in practical classes and also for visitors, complementing the bone collection. We conclude that fabricate anatomical models with low cost material, it is feasible and effective, which is believed to contribute to the teaching and learning of Human Anatomy.

KEYWORDS: painting; bones; human body; teaching.

1 | INTRODUÇÃO

A Anatomia é a ciência que estuda a estrutura do corpo (GARDNER et al., 1988). Quando este estudo é aplicado ao homem, denomina-se Anatomia Humana (FREITAS, 2004). Enquanto no passado a Anatomia Humana era uma ciência puramente descritiva, identificando e nomeando as estruturas do corpo, atualmente a importância está em sua abordagem funcional e nas suas aplicações clínicas (VAN DE GRAAFF, 2003).

Em vários cursos de graduação, como Medicina, Odontologia, Enfermagem, Farmácia, Fisioterapia, Educação Física, Psicologia, Nutrição e Biologia, a Anatomia Humana faz parte do currículo básico, sendo essencial para o bom entendimento de outras disciplinas, como Fisiologia, Histologia, Biomecânica, Bioquímica, Genética, Microbiologia e outras (SOUZA et al., 2016). É considerada uma das ciências básicas de grande relevância para a formação na área da saúde (TURNEY, 2007; ARRÁEZ-AYBAR et al., 2010; SUGAND et al., 2010; BENLY, 2014), no processo de treinamento destes profissionais e como base para as diferentes especialidades (TURNEY, 2007; BENLY, 2014). A importância da Anatomia Humana é reconhecida também nas Ciências Biológicas, como preparação para a área a seguir (SALBEGO et al., 2015; SILVA-E-OLIVEIRA; FURTADO, 2015; SOUZA et al., 2016), tanto em nível de licenciatura como para o pesquisador bacharel (WILLERS et al., 2013).

O processo de ensino-aprendizagem do conteúdo anatômico se apresenta em geral com certa dificuldade, envolvendo a memorização de estruturas extensas e com nomes complexos, sendo desestimulante para muitos alunos (WILLERS et al., 2013; SALBEGO et al., 2015). No estudo do esqueleto humano o problema se agrava, pois em alguns casos os ossos disponíveis nos laboratórios pela técnica de maceração ou coletados em cemitérios, devido ao tempo, condições de preservação e manuseio, podem apresentar deterioração.

Com o esqueleto do crânio, outra dificuldade em muitos casos é em relação a delimitação dos ossos adjacentes. Isso porque a maioria dos ossos do crânio se articula entre si por meio de suturas, que em crânios de adultos jovens apresentam a aparência de linhas irregulares, mas com o passar da idade, as suturas podem se obliterar por fusão dos ossos adjacentes (GARDNER et al., 1988). Assim, delimitar os 22 ossos do crânio, oito do

neurocrânio e 14 do viscerocrânio (RIZZOLO; MADEIRA, 2006), e identificar os seus cerca de 85 forames, canais e fissuras (GARDNER et al., 1988), é geralmente difícil e muitas vezes falho na apropriação do conhecimento.

Como uma forma de suprir tais deficiências, propõe-se a utilização de modelos didáticos construídos a partir de materiais diversos, como resina (PRZYBYSZ; SCOLIN, 2007), gesso (SANTOS et al., 2013) e biscuit (COLARES et al., 2019). O uso de peças cadavéricas, no entanto, é considerado indispensável para o aprendizado de Anatomia (SOUZA et al., 2016; COLARES et al., 2019). Permite a correta compreensão dos detalhes, das dimensões, das texturas e de outras propriedades, tais como o peso, rigidez e elasticidade (MELO et al., 2007). Nesse sentido, a fim de aprimorar o material anatômico humano para exposições e aulas práticas dos cursos de graduação das Áreas Biológica e da Saúde, buscou-se confeccionar material didático alternativo utilizando crânios humanos, de modo a favorecer demonstrações por parte dos educadores e facilitar o aprendizado dos alunos e visitantes do Laboratório.

2 | METODOLOGIA

As atividades foram desenvolvidas por discentes monitores de graduação da disciplina de Anatomia Humana, e por técnicos e docentes da Área de Anatomia Humana da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Cascavel/Paraná.

A partir do acervo do Laboratório de Anatomia Humana da UNIOESTE, foram selecionados três crânios humanos secos, sendo um crânio articulado, um crânio em secção sagital e um crânio em secção transversa. Para a seleção, optou-se pelos crânios em que as suturas estavam pouco definidas e os ossos com estado de conservação deficiente.

As peças selecionadas foram submetidas a técnicas de clareamento e (RODRIGUES, 2005) e impermeabilização (MIRANDA-NETO et al., 1990), e reparo com resina de partes faltantes ou danificadas. Procedeu-se a identificação dos limites entre os ossos e delimitação com lápis preto, simulando as suturas, considerando suas posições e morfologias. Após a delimitação, realizou-se a pintura dos ossos com tinta esmalte sintético brilhante de cores variadas e pincéis de diferentes tamanhos. Cada osso recebeu uma cor específica, aleatória, e que seguiu o mesmo padrão para todos os crânios (Tabela 1). Ao final, os ossos foram acondicionados por período necessário para a secagem da pintura.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pinturas de ossos do crânio são exploradas por grande parte dos autores dos principais atlas e livros texto de Anatomia Humana, destacando o valor desta metodologia no processo de ensino-aprendizagem da disciplina. Embora a melhor forma de aprender os conteúdos de Anatomia Humana seja por meio da realização de estudos práticos

(SALBEGO et al., 2015), esta abordagem nem sempre é atrativa ao aluno, devido em parte à qualidade do material anatômico disponível, que pode dificultar a compreensão e tornar o estudo desestimulante.

Ao realizamos a restauração e pintura de crânios inteiro e seccionados (Figuras 1 e 2), que inicialmente apresentavam processo de deterioração avançada, com algumas partes de grande relevância danificadas e com limites entre os ossos em geral mal definidos, obtivemos materiais didáticos com qualidade e detalhes superiores, que se assemelham às imagens dos referidos atlas. Embora os atlas representem uma forma complementar para o estudo do corpo humano e uma das metodologias mais antigas utilizadas no estudo de Anatomia (COLARES et al., 2019), as peças anatômicas obtidas se diferenciam dos mesmos por permitirem a manipulação por parte dos alunos e a visualização tridimensional das estruturas.

Ossos	Cor
Frontal	Amarelo ouro
Etmoide	Rosa
Esfenoide	Cinza escuro
Vômer	Azul mar
Maxila	Azul escuro
Palatino	Branco
Occipital	Verde campestre
Parietal	Creme
Temporal	Laranja
Zigomático	Vermelho
Lacrimar	Cinza claro
Mandíbula	Cinza médio
Nasal	Marrom
Concha nasal inferior	Verde Nilo

Tabela 1- Ossos do crânio e respectivas cores de tinta utilizadas na pintura.



Figura 1. Crânio em vista anterior, evidenciando a órbita e cavidade nasal esquerdas (A), em vista lateral (B) e em corte transverso, evidenciando a base interna (C).



Figura 2. Crânios em corte sagital, evidenciando a cavidade do crânio e a cavidade nasal, com manutenção do septo nasal (A) e das conchas nasais (B).

Profissionais da área destacam a importância do contato manual com as estruturas biológicas para o entendimento das suas características (MELO et al., 2007). A relação do estudante com as peças anatômicas também possibilita a compreensão das concepções de corpo, vida e morte, decorrentes do contato com este objeto empírico do conhecimento científico (TALAMONI; SISDELI, 2017). Por outro lado, há por vezes estranhamento e dificuldades frente ao estudo do material cadavérico (WILLERS et al., 2013; TALAMONI; SISDELI, 2017).

Com base nestas premissas, cabe ao docente adotar abordagens diferenciadas,

personalizadas e embasadas em métodos interativos, que venham a facilitar a compreensão do conteúdo, minimizar as deficiências do processo de ensino-aprendizagem (SALBEGO et al., 2015) e romper o método tradicional de trabalhar o conhecimento no ensino superior (COLARES et al., 2019). Considerando que o empenho do aluno em estudar a disciplina é um fator essencial no processo de aprendizagem (WILLERS et al., 2013), o uso de materiais alternativos e que propiciem aulas mais motivadoras pode contribuir com um maior envolvimento dos alunos na construção do conhecimento e de uma adequada formação acadêmica. Ao contrário de maquetes e recursos tecnológicos avançados que, em geral, são de alto custo e de difícil aquisição (COLARES et al., 2019), o emprego de metodologias como a utilizada em nosso estudo se caracteriza pela facilidade de manuseio e pelo baixo valor financeiro, tornando uma opção viável para várias instituições de ensino que dispõem de peças ósseas humanas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da utilização de técnicas simples e materiais de baixo custo, foi possível produzir peças anatômicas que enriquecerão o acervo de materiais didáticos do Laboratório de Anatomia Humana. A exposição destas peças permitirá que as aulas e demais atividades práticas sejam mais atrativas aos alunos e visitantes, tornando o processo de ensinar e aprender mais dinâmico e menos desgastante aos envolvidos.

REFERÊNCIAS

ARRÁEZ-AYBAR, L. A.; SÁNCHEZ-MONTESINOS, I.; MIRAPEIX, R. M.; MOMPEO-CORREDERA, B.; SAÑUDO-TEJERO, J. R. **Relevance of human anatomy in daily clinical practice**. *Annals of Anatomy*, v. 192, n. 6, p. 341-348, 2010.

BENLY, P. **Teaching methodologies on Anatomy – a review**. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, v. 6, n. 6, p. 242-243, 2014.

COLARES, M. A. M.; MELLO, J. M.; VIDOTTI, A. P.; SANT'ANA, D. M. G. **Metodologias de ensino de Anatomia Humana: estratégias para diminuir as dificuldades e proporcionar um melhor processo de ensino-aprendizagem**. *Arquivos Do Mudi*, v. 23, n. 3, p. 140-160, 2019.

FREITAS, V. **Anatomia: conceitos e fundamentos**. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2004

GARDNER, E.; GRAY, D.J.; O'RAHILLY, R. **Anatomia: Estudo regional do corpo humano**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

MELO, J. S. S.; BRASIL, L. M.; FERNEDA E.; BALANIUK, R.; COSTA, E. B.; BITTENCOURT, I.; ROCHA, L. **Uso da realidade virtual em sistemas tutores inteligentes destinados ao ensino de Anatomia Humana. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/622>. Acesso em: 07 nov. 2020.

MIRANDA-NETO, M. H.; GOMES, C. R. G.; BIAZOTTO, W.; CANONICI, E. L.; SOUZA, J. A.; SILVA, P. S. **Sobre a utilização de adesivo à base de polivinil acetato (PVA) na preparação e conservação de ossos para estudos.** Revista Unimar, v. 12, n. 1, p. 88-89, 1990.

PRZYBYSZ, C.; SCOLIN, E. **Técnica anatômica: confecção de modelos em resina a partir de vértebras humana.** V Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. Maringá, 2007. Disponível em: <https://docplayer.com.br/9240181-Tecnica-anatomica-confeccao-de-modelos-em-resina-a-partir-de-vertebras-humana.html#:~:text=1%20T%C3%89CNICA%20ANAT%C3%94MICA%3A%20CONFEC%C3%87%C3%83O%20DE,utilizada%20em%20Arqueologia%20e%20Odontologia>. Acesso em: 08 nov. 2020.

RIZZOLO, R. J. C.; MADEIRA, M. C. **Anatomia Facial com Fundamentos de Anatomia Sistemática Geral.** 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

RODRIGUES, H. **Técnicas Anatômicas.** 3 ed. Vitória: Escola de Medicina da Santa Casa de Misericórdia, 2005.

SALBEGO, C.; OLIVEIRA, E. M. D.; SILVA, M. A. R.; BUGANCA, P. R. **Percepções acadêmicas sobre o ensino e a aprendizagem em Anatomia Humana.** Revista Brasileira de Educação Médica, v. 39, n. 1, p. 23-31, 2015.

SANTOS, A. J. C. A.; SILVA, E. L. A.; BARBOSA, M. G.; BRITO, V. C. **Modelos anatômicos como auxílio no processo ensino aprendizagem de Anatomia Humana.** Pernambuco, 2013. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R1888-1.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2020.

SILVA-E-OLIVEIRA, J.; FURTADO, F. **Quais fatores influenciam a taxa de aprovação na disciplina de Anatomia Humana?** Revista Brasileira de Educação Médica, v. 39, n. 4, p. 574-585, 2015.

SOUZA, H.; TOLEDO NETO, J.; BRAVO, D. **The importance of Anatomy practice, using cadavers and new technologies in undergraduate biological science and nursing courses.** Revista Argentina de Anatomia Clinica, v. 8, p. 80-86, 2016.

SUGAND, K.; ABRAHAMS, P.; KHURANA, A. **The anatomy of Anatomy: a review for its modernization.** Anatomical Sciences Education, v. 3, p. 83-93, 2010.

TALAMONI, A. C. B.; SISDELI, M. **A Anatomia na formação de futuros professores de Ciências e Biologia.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0858-1.pdf>. Acesso: 08 nov. 2020.

TURNEY, B. W. **Anatomy in a modern medical curriculum.** The Annals of The Royal College of Surgeons of England, v. 89, n. 2, p. 104-107, 2007.

VAN DE GRAAFF, K.M. **Anatomia Humana.** 6. ed. São Paulo: Manole, 2003.

WILLERS, C. D. A.; OLIVEIRA, A. P.; VICENTE, B. A.; IGNATOWICZ, C. M. R. P.; FUJITANI, C.; GALVANINI, P. A.; LOPES, C. P. B. **O processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas de Anatomia e Fisiologia Humana direcionado a alunos do curso de Ciências Biológicas.** VIII Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. Maringá, 2013. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Cyndi_Dietrich_Andrade_e_Willers_02.pdf. Acesso em: 06 nov. 2020.

EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO METILARSENATO MONOSSÓDICO (MSMA) NA MORFOLOGIA PROTÁTICA DE RATOS WISTAR MACHOS

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 04/12/2020

Pedro Víctor de Carvalho Costa

Universidade Estadual de Campinas;
Campinas – São Paulo Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/8465997555283677>

Igor Buzzatto Leite

Universidade Estadual de Campinas;
Campinas – São Paulo Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/7387876874461590>

Thaís Metzker Pinto

Centro Universitário Norte do Espírito Santo
Universidade Federal do Espírito Santo;
São Mateus – Espírito Santo Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/8271841831846144>

Juliana Castro Monteiro Pirovani

Centro Universitário Norte do Espírito Santo
Universidade Federal do Espírito Santo;
São Mateus – Espírito Santo Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/1554318438405230>

RESUMO: O MSMA é um dos herbicidas alvo de grande controvérsia no país com estudos escassos sobre sua toxicidade. No presente estudo foram investigados os possíveis efeitos da exposição ao defensivo na morfologia prostática de Ratos Wistar machos. Os animais foram divididos em 4 grupos de 8 animais: 2 controles (água destilada) e 2 MSMA (120mg/kg/dia) com 8 e 22 dias de duração. Foram analisados a massa e o ganho de massa corpórea e dos órgãos

análises histopatológicas e ainda parâmetros morfométricos e estereológicos a partir de lâminas histológicas da próstata dos roedores. Todos os grupos tratados com o químico tiveram ganho de massa inferior comparado aos indivíduos controle. O epitélio secretor da próstata dos animais do grupo MSMA 22 dias aumentou quando comparado aos outros. Processos inflamatórios e hiperplásicos foram encontrados em grande quantidade nos grupos MSMS 22 dias e 8 dias. Com isso conclui-se que o MSMA induz hiperplasias intraepiteliais o que pode evoluir a adenocarcinoma.

PALAVRAS - CHAVE: hiperplasia; reprodução; morfometria; estereologia agrotóxico.

EFFECTS OF MONOSODIUM METHYL ARSONATE (MSMA) EXPOSURE IN PROSTATIC MORFOLOGY OF WISTAR MALE RATS

ABSTRACT: MSMA is a controversial herbicide in Brazil used for weed control in many contexts as cotton and cane plantation with a low number of toxicity studies. In this study we investigate possible agrochemical's effects in prostatic morphology of Wistar male rats. The animals were divided into 4 groups each one with 8 animals: 2 control groups (distilled water divided in acute and subchronic exposure 8- and 22-days respectively) and 2 groups exposed to MSMA (120mg/kg/day). We analyzed body and organs' mass and mass gain histopathology and morphometric and stereological measures upon prostate histology. All groups exposed to MSMA had a lower mass gain rate compared to control

groups. The volume rate of secretory epithelium had an increase in MSMA 22-day group. Inflammatory and hyperplasia processes were observed in groups treated with MSMA at both times. Notwithstanding we conclude that MSMA exposure can induce intra-epithelial hyperplasia which can evolve into adenocarcinoma.

KEYWORDS: hyperplasia reproduction morphometry stereology agrochemical.

INTRODUÇÃO

A agricultura sempre foi peça chave na humanidade. Foi decisiva por exemplo no sedentarismo das populações humanas vindo de um longo histórico de nomadismo. Desde então grandes avanços tornaram esse eixo um grande mercado com enormes ganhos financeiros e investimentos tecnológicos. Assim podemos citar as Revoluções Agrícola e Verde a última teve seu início em 1950 e ambas promoveram o aperfeiçoamento das técnicas por meios de insumos a fim de suprir a demanda global de alimentos (Peres & Moreira 2003). Destes insumos podemos destacar os defensivos agrícolas que se tornaram com toda certeza uma das conquistas agrícolas mais controversas da história.

De acordo com Matteson e colaboradores (2014) o MSMA pode ficar retido no solo em altas quantidades mesmo após um ano de sua aplicação. Hua e colaboradores (2011) demonstraram em seu estudo a capacidade do arroz em reter o arsênio após a aplicação do MSMA preocupante na questão da contaminação. De acordo com Serodio (2014) após a aplicação em solo o MSMA é transformado através de reações como redução oxidação metilação e desmetilação sendo precursor de espécies mais tóxicas relacionadas ao arsênio como o AsV AsIII MMA e DMA (Ácido monometilarsônico e Ácido dimetilarsínico respectivamente). Essa forma pentavalente do arsênio (AsV) é reduzida a forma trivalente (AsIII) que possui capacidade de adentrar nas células. Principalmente dentro de hepatócitos o AsIII sofre metilação para formar o MMA que em seguida é metilado e forma o DMA (Serodio 2014 apud ATSDR 2007). O arsênio (As) semimetal se mostra um importante elemento para o desenvolvimento de animais com necessidade diária tão baixa quanto a 0,01mg por dia (Emsley 2011). Com isso há a necessidade de levantamento de dados acerca dos efeitos desse metal no organismo já que estudos apontam que o arsênio induz estresse oxidativo em processos biológicos.

Devido a sua alta toxicidade e potencial cancerígeno países como EUA Portugal e Hungria possuem duras restrições ao uso do MSMA já em países como Bélgica Alemanha Eslováquia Índia e Dinamarca o químico encontra-se proibido (Carneiro 2015). No Brasil a situação apresenta-se demasiadamente contrária. De acordo com o relatório do Fórum Espírito-Santense de Combate aos Impactos dos Agrotóxicos e Transgênicos (FESCIAT) no Estado do Espírito Santo o MSMA figura-se entre os mais comercializados (Couzemenco 2019).

Nos últimos anos a ingestão de arsênio inorgânico através da água tem emergido como uma importante questão de saúde pública. O elemento chega aos corpos d'água

por fontes de depósitos naturais ou por práticas agrícolas industriais e principalmente a mineração. Estudos sugerem que indivíduos sujeitos à exposição crônica ao As podem desenvolver várias formas de câncer dentre eles no rim e fígado (Rodrigues & Malafaia 2008). Pesquisas no Estado de Minas Gerais mostraram altos índices de contaminação que foram confirmados com a análise da urina de crianças de 7 a 11 anos de escolas da região de Nova Lima (MG) todas apresentando níveis de arsênio maiores que 40 µg/L acima do recomendado pela OMS - 10 µg/L (Borba *et al.* 2003).

No contexto do sistema reprodutor a próstata é um órgão glandular fibromuscular do sistema reprodutor masculino composto por um conjunto de 30 a 50 glândulas tubuloalveolares ramificadas circundadas por um estroma fibromuscular que por sua vez circundam uma porção da uretra. A próstata é dentre as glândulas acessórias do sistema reprodutivo masculino a protagonista sendo a de maior volume e funcionalidade (Dangelo & Fattini 2007; Hall 2011).

No presente estudo foram avaliados os efeitos do tratamento agudo e subcrônico (8 e 22 dias) com MSMA na morfologia da próstata de ratos Wistar machos em idade reprodutiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 32 ratos Wistar (*Rattus norvegicus albinus*) com 80 dias provenientes do Biotério do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo.

Os grupos experimentais foram divididos da seguinte forma:

- Grupo I: água (controle);
- Grupo II: Metil Arsenato Monossódico (MSMA) (120 mg/kg/dia).

A água e o MSMA foram administrados por 8 e 22 dias consecutivos por gavagem. A alimentação (ração comercial) e água foram fornecidas *ad libitum*.

Os animais foram mantidos sob condições padronizadas de temperatura (25 ± 1 °C) e ciclo normal de 12 horas claro/escuro.

A dosagem de MSMA foi determinada com base no estudo de Prokop & Savage (1986).

Os procedimentos foram aprovados pelo Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFES) sob o Protocolo nº 75/2017.

Vinte e quatro horas após o término dos tratamentos (8 e 22 dias) os animais foram pesados e receberam anestesia intramuscular (Xilazina e Ketamina – 10 e 90 mg/Kg respectivamente). Após isso os animais foram eutanasiados as próstatas ventrais foram retiradas e preparadas para microscopia de luz. O material foi seccionado na espessura de 5 µm em seguida corado com hematoxilina/eosina ou azul de toluidina.

As imagens do parênquima prostático foram capturadas as análises morfométricas e estereológicas foram feitas utilizando o software Image ProPlus. Para o cálculo da proporção relativa (%) dos componentes teciduais da próstata (epitélio lúmen estroma muscular e não muscular) foi utilizado uma grade quadriculada de 130 interseções (pontos) sobre imagens capturadas por objetiva de 20X.

O volume absoluto foi estimado multiplicando a proporção relativa de cada componente da próstata pelo peso já que a densidade da próstata ventral pode ser considerada aproximadamente 1 0 (Huttunen *et al.* 1981).

Para estimativa de espessura de epitélio secretor e estroma muscular prostático (μm) foram realizadas 30 medidas de espessura de epitélio e de estroma muscular por animal utilizando-se imagens capturadas na objetiva de 100x (Lacorte 2008). Além disso a área nuclear perímetro e área citoplasmática foram medidas com as mesmas imagens

As médias foram comparadas entre os grupos

tratados e controle através dos testes ANOVA seguido de Tukey ou Kruskal-Wallis seguido de Mann-Whitney de acordo com a normalidade dos dados ($p < 0.05$) utilizando os softwares BioEstat 5.3 e Past.

Para análises histopatológicas foram realizadas comparações com trabalhos de consenso e entre as lâminas obtidas dos organismos tratados com MSMA com seus controles.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros biométricos analisados foram peso corporal ganho de peso e pesos dos órgãos (Tabela 1). Foi observado que houve perda de peso dos animais do grupo MSMA de 8 dias em relação ao seu controle. No tratamento subcrônico (22 dias) também se observou menor ganho de peso do grupo tratado com MSMA quando comparado ao seu controle. Já comparando os grupos tratados com MSMA entre os tempos 8 e 22 dias observa-se que o grupo de 22 dias obteve maior ganho de peso em relação ao de oito dias. O grupo controle 22 dias foi o que apresentou maior ganho de peso. Nos órgãos nenhuma diferença significativa foi notada ($p < 0.05$).

Peso (g)	Grupos			
	Controle 8 dias	MSMA 8 dias	Controle 22 dias	MSMA 22 dias
Peso Final	393,66±16,52	389,87±47,61	447,75±27,67	415,87±27,08
Ganho de peso	14,5±7,18^a	-8,25±10,40^b	42,38±13,26^{ab}	16,13±14,91^{ac}
Testículo	1,19±0,09	1,26±0,11	1,24±0,24	1,25±0,20
Epidídimo	0,50±0,03	0,52±0,05	0,50±0,07	0,50±0,05
Vesícula Seminal	0,82±0,21	0,851±0,17	0,82±0,20	0,72±0,147
Glândula de Coagulação	0,22±0,04	0,20±0,03	0,20±0,03	0,20±0,03
Próstata Ventral	0,49±0,05	0,51±0,09	0,438±0,07	0,44±0,07

Tabela 1: Biometria corporal e dos órgãos associados ao sistema reprodutor masculino de ratos Wistar tratados com água (controle) e MSMA

Dentre os parâmetros analisados (Figura 1) (proporção volumétrica de epitélio estromas muscular e não muscular e lúmen; volume dos componentes citados; espessura de epitélio e estroma muscular; e fator forma) apenas a proporção de epitélio apresentou alterações (Tabela 2). A proporção de o epitélio dos animais do grupo tratado com MSMA por 22 dias apresentou aumento se comparado com seu respectivo controle. Não houve diferenças entre os grupos de 8 dias e nem entre estes e os grupos de 22 dias.

Parâmetros	Grupos			
	Controle 8 dias	MSMA 8 dias	Controle 22 dias	MSMA 22 dias
<i>Proporções Volumétricas (%)</i>				
Epitélio	25,56± 5,18^{ab}	32,29±5,81^{ab}	25,08±4,97^a	33,48±7,03^b
Estroma muscular	5,46±0,93	5,68±1,38	4,78±1,01	5,86±0,91
Estroma não muscular	9,08±6,33	13,51±19,61	7,14±7,25	4,38±1,41
Lúmen	59,90±6,78	48,74±20,78	63,00±9,45	56,28±8,40
<i>Volume Absoluto (ml)</i>				
Epitélio	0,12±0,025	0,16±0,034	0,11±0,032	0,15±0,048
Estroma muscular	0,03±0,005	0,03±0,008	0,02±0,005	0,03±0,008
Estroma não muscular	0,04±0,032	0,07±0,111	0,03±0,034	0,02±0,007
Lúmen	0,29±0,051	0,25±0,122	0,27±0,054	0,24±0,037
<i>Area (µm²)</i>				
Célula epitelial	147,28±12,54	147,53±29,25	146,74±27,39	135,87±22,76
Núcleo	30,30±5,21	27,29±5,15	26,37±3,78	28,88±4,30
Citoplasma	116,98±14,29	120,24±25,34	120,37±25,13	105,53±20,28

Tabela 2: Parâmetros morfométricos e estereológicos da próstata ventral de ratos Wistar tratados com água (controle) e MSMA

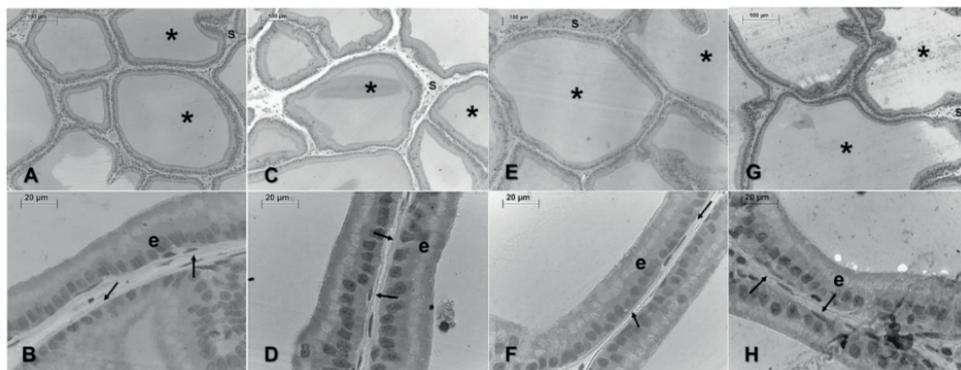


Figura 1: Secção transversal da próstata ventral de ratos Wistar controle e tratados com MSMA de 8 e 22 dias. Grupos: Controle 8 dias (A e B) MSMA 8 dias (C e D) Controle 22 dias (E e F) e MSMA 22 dias (G e H). * = Lúmen S = Estroma não muscular m = Estroma muscular e = Epitélio. HE. Aumento de 200x (A C E e G) e 1000x (B D F e H).

Observando-se as lâminas histológicas dos animais tratados com MSMA constatou-se a presença de hiperplasias e intensos dobramentos no epitélio (Figuras 2 e 3). Estes dobramentos possuem estratificações que são compatíveis com neoplasias intraepiteliais prostáticas (PIN) de grau 1 no grupo MSMA de 22 dias (Figura 3: A B C e D). No grupo MSMA 8 dias encontraram-se dobramentos no epitélio porém com menor proeminência (Figura 2B).



Figura 2: Secções transversais da próstata ventral de ratos Wistar machos tratados com MSMA por 8 dias. S = estroma; seta = hiperplasias papilares A – dobramento papilar evidenciando atipias nucleares notar o grande tamanho do núcleo e do nucléolo; e B – dobramentos papilares em pequeno grau mas já com estratificação.

Além disso foram observados focos de infiltrados inflamatórios no grupo MSMA 22 dias (Figura 3B e D) reforçando-se as suspeitas de PIN. Também foram observadas células de defesa não apenas no estroma mas também no epitélio glandular caracterizando prostatite (Figura 3C).

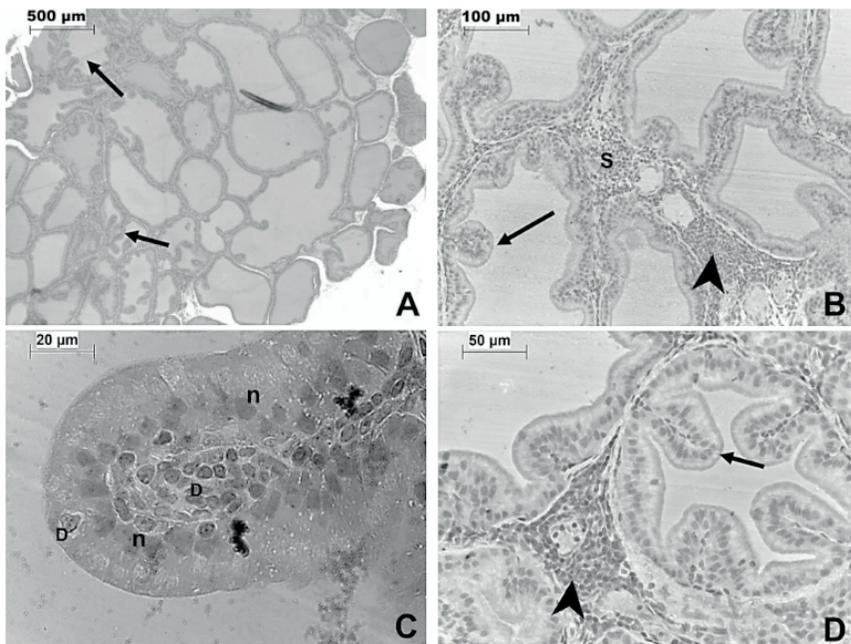


Figura 3: Seções transversais da próstata ventral de ratos Wistar machos tratados com MSMA por 22 dias. S = estroma; seta = hiperplasias papilares; cabeça de seta = focos de infiltrado inflamatório; n = atipia nuclear. A – Focos de hiperplasia comparados a regiões com poucas alterações; B – dobramentos papilares em maior grau com focos de infiltrado inflamatório ao seu redor; C – dobramento papilar evidenciando atipias nucleares notar o grande tamanho do núcleo e do nucléolo e células de defesa no epitélio; D – dobramento papilares em maior grau como focos de infiltrado inflamatório ao seu redor.

O uso em larga escala de defensivos agrícolas está no centro de discussão de especialistas em saúde ambientalistas e até mesmo do meio agrícola. O Metil Arsenato Monossódico (MSMA) mais recentemente foi centro das atenções da sociedade brasileira devido a controvérsias sobre sua proibição na Europa. Segundo Serodio (2014) o MSMA se degrada em espécies tóxicas de arsênio quando degradado no solo e também forma espécies tóxicas como o MMA e o DMA quando metabolizado. Neste estudo 4 grupos (2 controles e 2 MSMA com tempo de tratamento 8 e 22 dias experimentais) foram utilizados para avaliar o efeito tóxico do MSMA na morfologia prostática de ratos Wistar adultos. A morfometria tem sido frequentemente utilizada para ajudar na comparação entre os grupos

experimentais adicionando assim maior confiabilidade ao diagnóstico final (Altoé 2016). O presente estudo fez uso de ferramentas morfométricas estereológicas e observação histopatológica para descrever as possíveis alterações na estrutura prostática dos animais tratados. Os animais tratados com MSMA tiveram o ganho de peso menor que os seus respectivos controles como os demais animais tratados com metais pesados como o arsenito de sódio (Altoé *et al.* 2016) ou com alguns medicamentos como a ciclosporina A (Freitas *et al.* 2012). No estudo de Prukop e Savage (1986) com MSMA foi observado o mesmo resultado. Naquele estudo quanto maior a dose de MSMA utilizada menor o ganho de massa corporal observado. O menor ganho de peso nos animais tratado por 8 dias corrobora a hipótese do nosso grupo de pesquisa na qual tratamentos agudos possuem efeitos que ao longo da adaptação fisiológica vão se tornando menores. Nas observações histopatológicas observou-se a presença de dobramentos no epitélio nos dois grupos tratados com MSMA.

Segundo Morais-Santos e colaboradores (2015) tais envelamentos no epitélio acinar da próstata ventral é indicativo de hiperplasia. A presença de focos inflamatórios no estroma focos de proliferação intraepitelial atípicas nucleares (divergências morfológicas) e a presença focalizada dessas desordens fornecem evidências de se tratar segundo a classificação de Bar Harbor (Shappell *et al.* 2004) de neoplasia intraepitelial prostática (PIN) que possui potencial pré-maligno na próstata dos animais tratados com MSMA por 22 dias. O padrão hiperplásico apresentado na próstata condiz com o chamado padrão micropapilar em estágio inicial caracterizado pela invaginação do epitélio glandular em direção ao lúmen formando colunas de tecido (Bostwick & Qian 2004; Shappell *et al.* 2004; Morais-Santos *et al.* 2015; Martins-Santos *et al.* 2018 Campolina-Silva *et al.* 2018). A hiperplasia do epitélio glandular refletiu em aumento significativo (33 5% em relação ao seu controle) da proporção volumétrica desse tecido nos animais tratados durante 22 dias ao passo que nos animais tratados durante 8 dias o aumento celular não foi suficiente para alterar significativamente a proporção do epitélio secretor. Freitas e colaboradores (2012) ao administrar o imunossupressor Ciclosporina A a ratos Wistar encontraram redução desse parâmetro. A ausência de alterações nos outros parâmetros é corroborada por Altoé (2016) e Freitas e colaboradores (2012). Dessa forma a presença de dobramentos menores nos órgãos dos animais tratados por 8 dias remonta a uma progressividade dos efeitos nocivos do MSMA de forma tempo-dependente. Segundo Martins-Santos e colaboradores (2018) ao utilizar-se o herbicida Atrazina foram observadas a presença de papilas hiperplásicas na próstata semelhantes às encontrados no presente estudo. Portanto análises imuno-histoquímicas seriam necessárias para confirmarem o diagnóstico de PIN e poderiam até mesmo mostrar se já encontram adenocarcinomas em formação.

Morais-Santos e colaboradores (2015) mostraram que mesmo com ocorrências de desarranjos neoplásicos o peso do órgão não foi alterado significativamente corroborando os resultados obtidos na biometria do presente estudo. Os animais do grupo MSMA 22

dias também possuíam prostatite. Segundo Shappell e colaboradores (2004) a patologia é reconhecida histologicamente pela presença de neutrófilos e/ou células inflamatórias mononucleares dentro do epitélio glandular prostático e/ou lúmen não simplesmente pela presença de células inflamatórias no estroma prostático. A prostatite tem grande prevalência na literatura como precursor de câncer de próstata (Sfanos & Marzo 2011). Diversas áreas como genética patologia molecular e epidemiologia apontam para as inflamações prostáticas como variável de alto potencial carcinogênico. Além disso segundo a literatura as PIN evoluem para graus mais altos e nocivos e também agem como precursores carcinogênicos resultando em muitos casos na evolução para adenocarcinoma (Bostwick & Brawer 1987; Mazzucchelli *et al.* 2000; Sfanos & Marzo 2011; So & Epstein 2014). O aumento das papilas no epitélio pode ter sido agravado por alterações provocadas pelo MSMA na secreção de testosterona. Esse hormônio é produzido pelas células intersticiais de Leydig que se localizam no interstício dos testículos entre os túbulos seminíferos. As células de Leydig apenas secretam testosterona se forem estimuladas pelo hormônio Luteinizante (LH). Estudos apontam que a exposição ao arsênio que é liberado na degradação do MSMA diminui a quantidade de LH e FSH (Hormônio folículo estimulante) e conseqüentemente a quantidade de testosterona disponível no organismo (Chattopadhyay *et al.* 1999; Sarkar *et al.* 2003; Chiou *et al.* 2008). Friedmann (2002) testou os efeitos do herbicida Atrazina e em seus resultados chegou à conclusão de que havia ali um efeito inibitório da ação do hormônio. Além disso é sabido que a baixa presença de testosterona livre está associada com o diagnóstico de câncer na próstata (Hoffman Dewolf & Morgentaler 2000; Schatzl *et al.* 2001) Sabe-se que normalmente durante a ontogenia papilas menos pronunciadas e sem desordenamento histológico se formam na próstata ventral. Como já abordado a testosterona exerce papel fundamental no crescimento estimulando a produção de secreções forçando o lúmen a distender as papilas formadas (Vilamaior *et al.* 2006).

Podemos assim sugerir que o decréscimo de testosterona causado pelo MSMA está relacionado diretamente com o aumento dos dobramentos do epitélio secretor da próstata e juntamente a isso a atividade citotóxica do herbicida induziu a proliferação desordenada de células das papilas. Além disso o tecido respondeu com inflamações como a prostatite. O grau 1 de PIN encontrado pode estar relacionado com o decréscimo de biodisponibilidade da testosterona já que o câncer de próstata é historicamente testosterona-dependente sendo que ainda hoje a castração é utilizada como tratamento para a doença apesar da ampla discussão da eficácia deste método (Scher *et al.* 2008). Portanto são necessários ensaios para a dosagem de testosterona e outros hormônios para confirmar essa hipótese. Ademais métodos mais acurados de microscopia eletrônica e tratamentos de coloração para microscopia de luz são recomendados para ampliar as evidências reunidas a fim de um diagnóstico mais preciso da ação do MSMA na próstata.

CONCLUSÃO

No presente estudo testou-se o potencial tóxico do MSMA na próstata de ratos Wistar. A hipótese formulada é de que ele exerça um efeito citotóxico que induz a proliferação de células neoplásicas na próstata e atue desregulando a testosterona que possui papel chave em diversos desdobramentos subsequentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a equipe do Laboratório de Biologia Estrutural do CEUNES/UFES pelo suporte geral de execução à Profa. Dra. Tathiana Guerra Sobrinho pelo suporte estatístico e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo pelo fomento.

REFERÊNCIAS

ALTOÉ L. S. et al. Could vitamin C and zinc chloride protect the germ cells against sodium arsenite?. *Human & experimental toxicology* v. 36 n. 10 p. 1049-1058 2017.

ALTOE L. S. Influência da suplementação com ácido ascórbico e zinco na morfologia testicular de ratos wistar expostos ao arsenito de sódio. Universidade Federal do Espírito Santo. PPGCFar. Dissertação de Mestrado. 2016.

ATSDR – AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. *ToxGuide for Arsenic* 2007.

BORBA R.P. FIGUEIREDO B.R. MATSCHULLAT J. Geochemical distribution of arsenic in waters sediments and weathered gold mineralized rocks from Iron Quadrangle Brazil *Environ. Geol.* 44:39–52 2003.

BOSTWICK D. G.; BRAWER M. K. Prostatic intra-epithelial neoplasia and early invasion in prostate cancer. *Cancer* v. 59 n. 4 p. 788-794 1987.

CAMPOLINA-SILVA G. I. H. et al. Reduced vitamin D receptor (VDR) expression and plasma vitamin D levels are associated with aging-related prostate lesions. *The Prostate* v. 78 n. 7 p. 532-546 2018.

CHATTOPADHYAY S. GHOSH(PAL) S. CHAKI S. DEBNATH J. & GHOSH D. (1999). Effect of sodium arsenite on plasma levels of gonadotrophins and ovarian steroidogenesis in mature albino rats. Duration-dependent response. *The Journal of Toxicological Sciences* 24(5) 425–431.

CHIOU T.et al. Arsenic trioxide impairs spermatogenesis via reducing gene expression levels in testosterone synthesis pathway. *Chemical research in toxicology* v. 21 n. 8 p. 1562-1569 2008.

EMSLEY John. *Nature's building blocks: an AZ guide to the elements*. Oxford University Press 2011.

FATTINI C. A.; DANGELO J. G.. *Anatomia humana sistêmica e segmentar*. São Paulo: Atheneu 2007.

FREITAS K. M. et al. Heteropterys tomentosa (A. Juss.) infusion counteracts Cyclosporin a side effects on the ventral prostate. BMC complementary and alternative medicine v. 13 n. 1 p. 30 2012.

FRIEDMANN A. S. Atrazine inhibition of testosterone production in rat males following peripubertal exposure. Reproductive toxicology v. 16 n. 3 p. 275-279 2002.

GUYTON A. C.; HALL J. E.. Tratado de fisiologia médica. Elsevier Brasil 2011.

HOFFMAN M. A.; DEWOLF WILLIAM C.; MORGENTALER Abraham. Is low serum free testosterone a marker for high grade prostate cancer?. The Journal of urology v. 163 n. 3 p. 824-827 2000.

HUA B. et al. Arsenic accumulation in rice grains: effects of cultivars and water management practices. Environmental Engineering Science v. 28 n. 8 p. 591-596 2011.

HUTTUNEN E.; ROMPPANEN T.; HELMINEN H. J. A histoquantitative study on the effects of castration on the rat ventral prostate lobe. Journal of Anatomy v. 132 n. Pt 3 p. 357 1981.

JUNQUEIRA L.C.; CARNEIRO J. Histologia Básica Guanabara Koogan 12ª ed. p. 318-382 2013.

MARTINS-SANTOS E. et al. Atrazine affects the morphophysiology tissue homeostasis and aromatase expression in the efferent ductules of adult rats with mild alterations in the ventral prostate. Chemosphere v. 193 p. 958-967 2018.

MATTESON A. R. et al. Arsenic retention in foliage and soil after monosodium methyl arsenate (MSMA) application to turfgrass. Journal of environmental quality v. 43 n. 1 p. 379-388 2014.

MAZZUCHELLI R. et al. Patterns of prostatic intraepithelial neoplasia. Electronic Journal of Pathology and Histology v. 7 n. 1 p. 01-01 2000.

MORAIS-SANTOS M. et al. Basal cells show increased expression of aromatase and estrogen receptor α in prostate epithelial lesions of male aging rats. Endocrinology v. 159 n. 2 p. 723-732 2015.

PERES Frederico; MOREIRA Josino Costa. É veneno ou é remédio? Agrotóxicos saúde e ambiente. SciELO-Editora FIOCRUZ 2003.

PRUKOP J. A.; SAVAGE N. L. Some effects of multiple sublethal doses of monosodium methanearsonate (MSMA) herbicide on hematology growth and reproduction of laboratory mice. Bulletin of environmental contamination and toxicology v. 36 n. 1 p. 337-341 1986.

RODRIGUES A. S. L.; MALAFAIA G. Efeitos da exposição ao arsênio na saúde humana. Revista Saúde. Com Bahia v. 4 n. 2 p. 148-159 2008.

SARKAR M. et al. Effect of sodium arsenite on spermatogenesis plasma gonadotrophins and testosterone in rats. Asian journal of andrology v. 5 n. 1 p. 27-32 2003.

SCHATZL G. et al. High-grade prostate cancer is associated with low serum testosterone levels. The Prostate v. 47 n. 1 p. 52-58 2001.

SCHER H. I. et al. Design and end points of clinical trials for patients with progressive prostate cancer and castrate levels of testosterone: recommendations of the Prostate Cancer Clinical Trials Working Group. *Journal of clinical oncology: official journal of the American Society of Clinical Oncology* v. 26 n. 7 p. 1148 2008.

SERODIO P. S. et al. Identificação do dano causado pelo uso agrícola do ingrediente ativo-metano arseniato ácido monossódico (MSMA): uma reavaliação toxicológica. 2014. Tese de Doutorado. FIOCRUZ

SFANOS K. S.; DE MARZO A. M. Prostate cancer and inflammation: the evidence. *Histopathology* v. 60 n. 1 p. 199-215 2011.

SHAPPELL S. B. et al. Prostate pathology of genetically engineered mice: definitions and classification. The consensus report from the Bar Harbor meeting of the Mouse Models of Human Cancer Consortium Prostate Pathology Committee. *Cancer Research*. 2004.

SO J. S.; EPSTEIN J. I. Histologic features of pseudohyperplastic perineural invasion in prostatic adenocarcinoma: a mimicker of benign hyperplastic glands and high-grade prostatic intraepithelial neoplasia. *The American journal of surgical pathology* v. 38 n. 6 p. 852-857 2014.

VILAMAIOR Patrícia SL; TABOGA Sebastião R.; CARVALHO Hernandes F. Postnatal growth of the ventral prostate in Wistar rats: a stereological and morphometrical study. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular Cellular and Evolutionary Biology: An Official Publication of the American Association of Anatomists* v. 288 n. 8 p. 885-892 2006.

CAPÍTULO 8

EFEITOS DO FORMALDEÍDO SOBRE O APARELHO REPRODUTOR MASCULINO E FEMININO E NO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO E FETAL DE RATOS WISTAR

Data de aceite: 04/02/2021

Ana Rosa Crisci

<http://lattes.cnpq.br/5780770064633516>

Júlia Marcolino Perdiz

<http://lattes.cnpq.br/1322171851077308>

Jeovan dos Santos Macedo

<http://lattes.cnpq.br/9690957030385679>

Wilson Roberto Malfará

<http://lattes.cnpq.br/1349279406406034>

Amadeu Pasqualim Neto

<http://lattes.cnpq.br/3365137229824324>

Lucila Costa Zini Angelotti

<http://lattes.cnpq.br/8754211273865269>

RESUMO: Devido aos efeitos tóxicos causados pelo formaldeído e a sua ampla utilização esta pesquisa teve como objetivo analisar os efeitos do formaldeído no aparelho reprodutor masculino feminino e no desenvolvimento embrionário e fetal de ratos Wistar. Foram utilizados 16 ratos Wistar machos e 16 ratas prenhas distribuídos em 2 grupos com 8 animais cada grupo de fêmeas e machos. Os grupos de tratamentos ficaram expostos ao formaldeído a 10% que ocorreu através de um nebulizador ultrassônico acoplado uma câmara de inalação e um grupo controle exposto ao ar ambiente. As exposições no grupo dos animais machos tiveram duração de 10min. diariamente durante 56 dias e nas

preenhas as exposições tiveram duração de 15 minutos diários durante 21 dias. Após esses períodos os animais foram eutanasiados com doses elevadas de anestésico para coleta dos órgãos do aparelho reprodutor masculino e nas fêmeas a prole foi pesada e medida e as inalações cessadas até o final da amamentação. Ao término do desmame (21 dias após o nascimento) os filhotes foram pesados e medidos novamente e em seguida eutanasiados. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa e Experimentação Animal conforme os protocolos de nº 283/2017 e 307/18. De acordo com os resultados obtidos observou-se alterações na prole na ingestão hídrica e alimentar no grupo exposto ao formaldeído assim como os tubos seminíferos apresentaram-se diminuídos e áreas com alterações nas células da linhagem espermatogênica uma descamação das células germinativas para o lúmen tubular o espaço intertubular apresentou-se aumentado porém com escasso tecido intertubular.

PALAVRAS - CHAVE: Formaldeído. Reprodução. Prenhez. Testículo. Sêmen

EFFECTS OF FORMALDEHYDE ON THE MALE AND FEMALE BREEDING EQUIPMENT AND ON THE EMBRYONIC AND FETAL DEVELOPMENT OF WISTAR RATS

ABSTRACT: Due to the toxic effects caused by formaldehyde and its wide use this research aimed to analyze the effects of formaldehyde on the male and female reproductive system and on the embryonic and fetal development of Wistar rats. 16 male Wistar rats and 16 pregnant rats

were used distributed in 2 groups with 8 animals each group of females and males. The treatment groups were exposed to 10% formaldehyde which occurred through an ultrasonic nebulizer coupled to an inhalation chamber and a control group exposed to ambient air. The exposures in the male animals group lasted 10 minutes. daily for 56 days and on pregnant women exposures lasted 15 minutes daily for 21 days. After these periods the animals were euthanized with high doses of anesthetic to collect the organs of the male reproductive system and in the females the offspring were weighed and measured and the inhalations ceased until the end of breastfeeding. At the end of weaning (21 days after birth) the pups were weighed and measured again and then euthanized. The research was approved by the Animal Research and Experimentation Ethics Committee according to protocols 283/2017 and 307/18. According to the results obtained changes in the offspring water and food intake were observed in the group exposed to formaldehyde as well as the seminiferous tubes were reduced and areas with changes in the cells of the spermatogenic lineage a peeling of the germ cells for the tubular lumen the intertubular space was increased but with little intertubular tissue.

KEYWORDS: Formaldehyde. Reproduction. Pregnancy. Testis. Semen.

1 | INTRODUÇÃO

O Formaldeído é obtido através da oxidação catalítica do metanol o formaldeído está entre as 25 substâncias químicas mais produzidas no mundo. Caracteriza-se por ser incolor com odor forte e irritante solúvel em água e altamente reativo além de possuir moderada flamabilidade (VERONEZ *et al* 2010). Utilizado como germicida alisante capilar e conservante por profissionais de laboratórios necrotérios e hospitais entre outros os quais são rotineiramente expostos a esse composto o formol pode causar danos à saúde como irritação nas vias aéreas e sensibilização imunológica imediata além da ação carcinogênica e mutagênica

É igualmente utilizado na fabricação de açúcar e cosméticos; na agricultura como conservante de grãos e sementes e na produção de fertilizantes; na indústria da borracha na produção de látex; na preservação da madeira e na produção de filmes fotográficos (MACAGNAN *et al* 2011). Na fabricação de inúmeros produtos como eletrodomésticos louças e isolamento de porcelana e como conservante ou bactericida de tecidos em fluidos de embalsamamento e laboratórios médicos (ZHANG *et al.* 2009).

Devido sua fácil obtenção tem uma ampla utilização na conservação de peças anatômicas onde a exposição a este produto pelos docentes pesquisadores e técnicos é constante.

Além disso causa preocupação em ambientes internos dos hospitais tais como: sala de emergência salas de cirurgias unidades de terapia intensiva e outras (SALTHAMMER 1994)

Como nos ambientes hospitalares o uso do formaldeído é comum os profissionais da área da saúde ficam constantemente expostos como médicos enfermeiros laboratoristas

incluindo também funcionários de necrotérios o que coloca em questão a exposição ocupacional a essa substância química.

De acordo com Maiellaro *et al* (2014) a exposição à baixa dose de formaldeído durante a prenhez induziu um baixo peso da prole ao nascer.

Entretanto alterações ocorridas no aparelho reprodutor feminino em indivíduos submetidos a ação desse poluente é muito escassa na literatura.

Diante disso objetiva-se nesta pesquisa investigar os efeitos adversos que o formaldeído pode causar nas funções reprodutivas de ratos Wistar machos o espermograma e a histopatologia do testículo e nas fêmeas analisar as alterações na massa corporal; o consumo hídrico e alimentar; o número de crias nascidas vivas ou mortas; o peso e comprimento das mesmas ao nascer e após desmame.

2 | MATERIAL E METODOS

Nas ratas fêmeas as inalações se iniciaram após confirmação da prenhez as 16 ratas Wistar foram distribuídas em 2 grupos com 8 animais cada grupo. O grupo tratado foi exposto ao formaldeído a 10% através de um nebulizador ultrassônico acoplado em uma câmara de inalação com capacidade de 30 litros (25 cm x 30 cm x 40 cm); o grupo controle foi exposto ao ar ambiente. As exposições tiveram duração de 15 minutos diários durante os 21 dias de prenhez e os animais foram alojados em gaiolas contendo cama de maravalha e lotação de 1 animal/gaiola sendo fornecido água e ração própria para a espécie em quantidade suficiente para atendimento da demanda energética diária destes.

Durante o período experimental os animais foram pesados para controle do consumo alimentar e hídrico. Após nascimento a prole foi pesada e medida e as inalações cessadas. Ao término do desmame (21 dias após o nascimento) os filhotes foram pesados e medidos novamente e em seguida eutanasiados com doses elevadas de anestésico assim como as progenitoras (Cloridrato de Ketamina associado ao Cloridrato de Xilazina por via intramuscular e aprofundamento anestésico com Tiopental sódico intraperitoneal).

A invasividade é de grau 1 ou seja se trata de um experimento que causa pouco ou nenhum desconforto ou estresse. Não houve necessidade de uso de relaxante muscular e analgésico. Os animais não foram imobilizados e não se realizou jejum nem restrição hídrica. Não houve cirurgia.

Nos ratos machos as inalações começaram quando os 16 ratos Wistar atingiram a idade aproximada de 60 dias e pesando inicialmente 200 gramas foram alojados em gaiolas individuais de polipropileno contendo cama de maravalha e grade superior. Os animais foram mantidos em ambiente controlado com temperatura de 21°C a 24° C recebendo água e ração própria suficiente para suprir a demanda energética durante todo o período experimental.

Os animais foram divididos em 2 grupos contendo 8 animais cada. O grupo de

tratamento ficou exposto ao formaldeído a 10% e o grupo controle exposto ao ar ambiente. As exposições tiveram duração de 10min. diariamente durante 56 dias. Ao final do experimento os animais também foram eutanasiados com doses elevadas de anestésico (Cloridrato de Ketamina associado ao Cloridrato de Xilazina por via intramuscular e aprofundamento anestésico com Tiopental sódico intraperitoneal) para a coleta dos órgãos do aparelho reprodutor e para posterior análise histopatológica. O esperma foi coletado da cauda do epidídimo para o espermograma.

3 | RESULTADOS

3.1 Grupo de ratas fêmeas

No grupo das ratas fêmeas observou-se que o número de filhotes nascidos vivos foi maior no grupo controle quando comparado com o grupo tratado (tabela 1). Houve 35 implantações no grupo tratado e nenhuma alteração anatômica nos grupos (figura 1).

As ratas do grupo tratado perderam mais peso durante a gestação ($p=0.01$) como observado na figura 2 e ingeriram ração ($p=0.001$) e água em menor quantidade o que pode ser observado nas figuras 3 e 4 respectivamente. Todavia a diferença entre os grupos não foi significativa ($p=0.1$). Com relação aos filhotes o peso e o comprimento ao nascer foram menores no grupo tratado porém sem diferença estatística significativa ($p=0.4$ e 0.06) como é mostrado nas figura 5 e 6. Já no desmame tais parâmetros foram maiores para os filhotes do grupo tratado com diferença estatística significativa conforme as figuras 7 e 8.

	Controle	Tratado
Prenhas	8	8
Nativos	131	84
Natimortos	4	4
Implantações	0	35
Alterações anatômicas	0	0

Tabela1: Índice de Neonatos vivos, mortos e Implantações

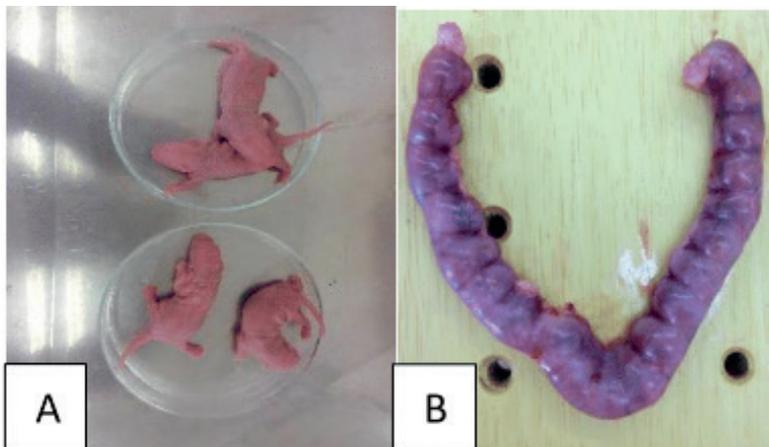


Figura 1: Em A: Filhotes do grupo tratado. Em B: Útero com 20 implantações (rata tratada).

Fonte: os autores

Os animais que inalaram o formaldeído apresentaram um ganho de massa menor comparado ao grupo controle ($p= 0\ 001$) Figura 2.

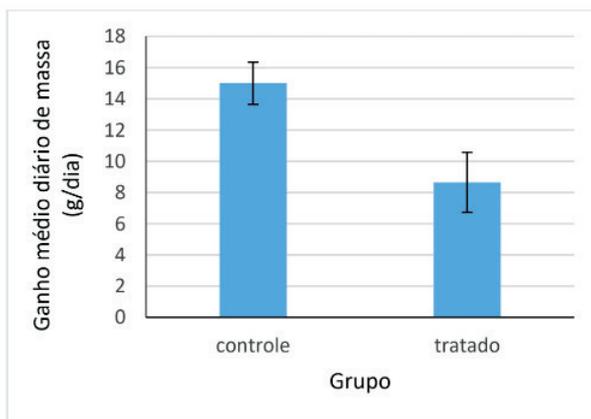


Figura 2: Gráfico comparativo do ganho médio diário de massa em gramas entre os grupos controle e tratado

Fonte: os autores

Os animais do grupo que inalou formaldeído consumiram menos alimentos ($p=0.001$) e menos água ($p=0.1$) (figuras 3 e 4).

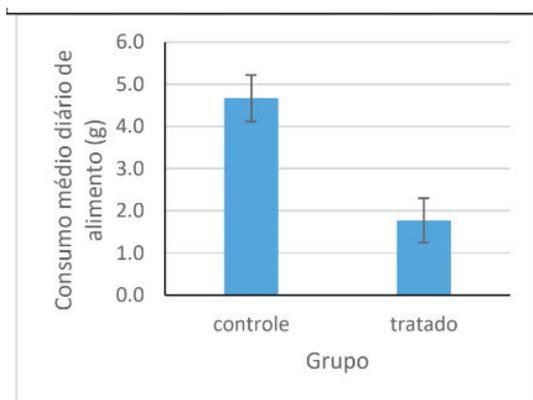


Figura 3: Gráfico comparativo do consumo médio diário de alimento em gramas entre os grupos controle e tratado.

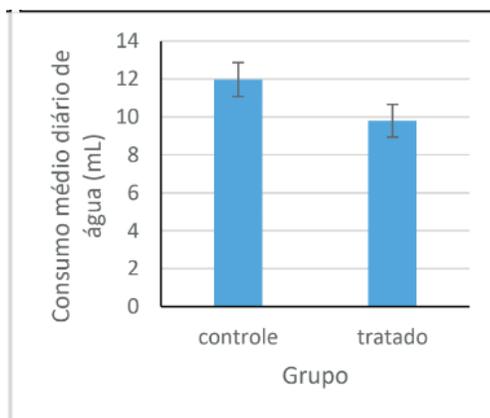


Figura 4: Gráfico comparativo do consumo médio diário de água em mililitros entre os grupos controle e tratado.

Após o nascimento os filhotes foram pesados e medidos e não foram encontradas diferença estatística significativa ($p=0.4$) e ($p=0.06$) respectivamente(figuras 5 e 6).

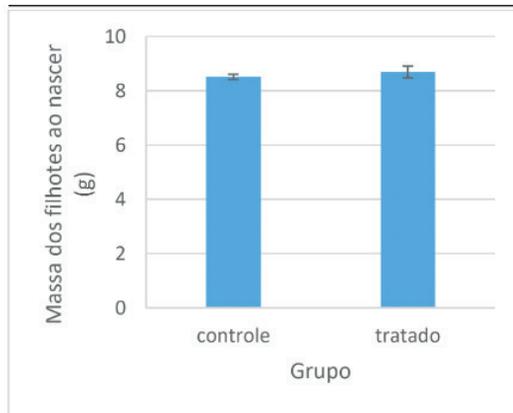


Figura 5: Gráfico comparativo da massa dos filhotes ao nascer em gramas entre os grupos controle e tratado.

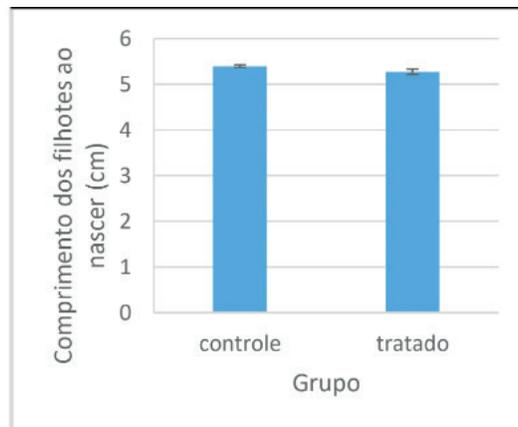


Figura 6: Gráfico comparativo do comprimento dos filhotes ao nascer em centímetros entre os grupos controle e tratado.

Após 21 dias os animais foram desmamados e novamente pesados e medidos o grupo tratado ganhou mais massa e maior comprimento ($p < 0,001$) e ($p < 0,001$) respectivamente (figuras 7 e 8).

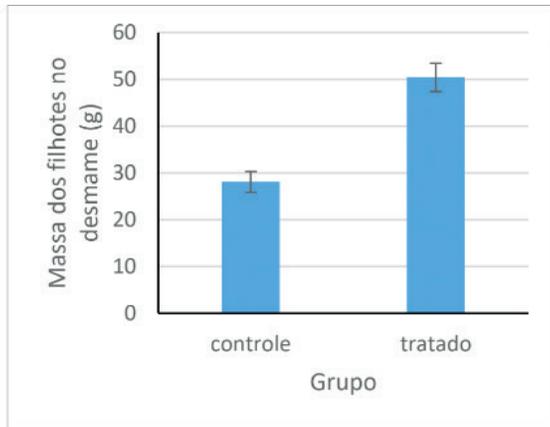


Figura 7: Gráfico comparativo da massa dos filhotes no desmame em gramas entre os grupos controle e tratado.

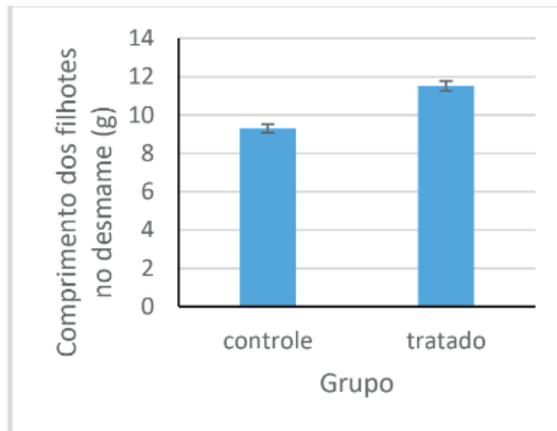


Figura 8: Gráfico comparativo do comprimento dos filhotes no desmame em gramas entre os grupos controle e tratado.

3.2 Grupo de ratos machos

Nas secções testiculares dos ratos do grupo controle (fig 9D) os tubos seminíferos apresentaram-se bem organizados. O epitélio seminífero mostrou-se íntegro com células espermatogênicas em todas as etapas de desenvolvimento o espaço intertubular apresentou-se normal contendo vasos sanguíneos.

Na figura 9A 9B e 9C as secções testiculares dos ratos dos grupo tratados os tubos seminíferos apresentaram-se diminuídos e áreas com alterações nas células da linhagem espermatogênica uma descamação das células germinativas para o lúmen tubular o espaço intertubular apresentou-se aumentado porém com escasso tecido intertubular.

Na figura 9I 9J e 9K são demonstradas as lâminas com análises morfológicas de espermatozoides onde se verificaram algumas alterações porém dentro dos padrões esperados da normalidades com a fig 9L do grupo controle.

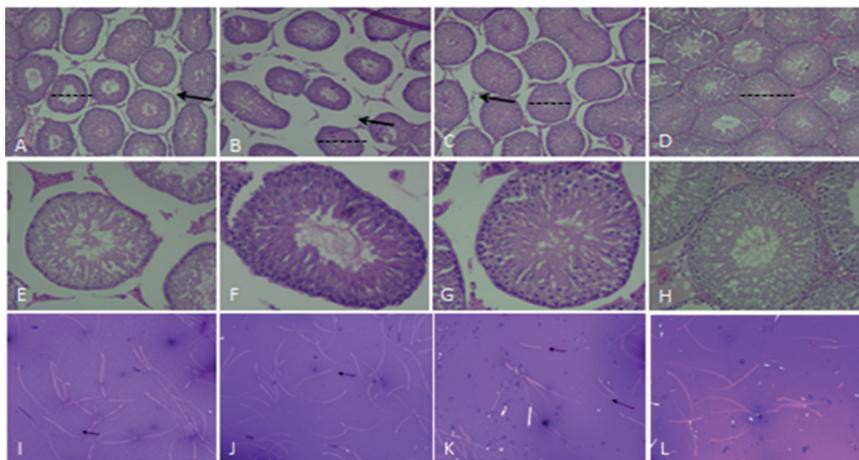


Fig.9 Fotomicrografias das secções testiculares dos túbulos seminíferos e alterações morfológicas no esfregaço de espermatozóides. Em A E e I grupo que inalou 5% de formaldeído. Em B F e J grupo que inalou 10% de formaldeído. Em C g e K grupo que inalou 20% de formaldeído. Em D H e L grupo controle.

Fonte: os autores

4 | DISCUSSÃO

As referências sobre os efeitos tóxicos do formaldeído à saúde humana ainda são muito reduzidas principalmente em aparelho reprodutor. Ainda assim é possível comprovar que o produto pode gerar inúmeros problemas às pessoas que estão expostas por tempo prolongado e em altas concentrações.

A exposição a formaldeído aumenta o risco de câncer de faringe nasofaringe e cérebro em anatomistas e patologistas; além de causar também dermatites e reações alérgicas. Os efeitos locais parecem apresentar um papel mais importante comparativamente com os efeitos sistêmicos devido à sua reatividade e rápido metabolismo nas células da pele trato gastrointestinal e pulmões. Além disso pode causar dermatites irritação dos olhos irritação respiratória e edema pulmonar. Portanto o formaldeído tem propriedades carcinogênicas e que o contato direto e prolongado causa danos sérios ao organismo e pode levar à morte (PINA 2010).

Na reprodução o efeito consequente a exposições ocupacionais ao formaldeído foi avaliado em estudos epidemiológicos. Os resultados analisados nesses estudos incluíam a ocorrência de abortos espontâneos de malformações congênitas de infertilidade de endometriose e a avaliação do peso após o nascimento. Relatórios inconsistentes de

maiores taxas de aborto espontâneo e baixo peso à nascença foram relatados entre mulheres ocupacionalmente expostas ao formaldeído não existindo portanto dados conclusivos que demonstrem que o formaldeído é tóxico para o sistema reprodutor ou para o desenvolvimento de fetos em humanos (WHO 2001).

Porém em vários estudos de carcinogenicidade nos quais foi administrado formaldeído a ratos por inalação verificou-se que houve evidência de carcinogenicidade nas células escamosas do epitélio nasal a exposição de “hamsters” por inalação a formaldeído aumentou a multiplicidade de tumores a nível da traqueia(WHO 2001).

O formaldeído é amplamente utilizado em ambientes industriais e médicos. Suspeita-se há muito tempo de causar efeitos adversos na reprodução e no desenvolvimento. No entanto os efeitos da exposição ao formaldeído na reprodução ainda são motivo de controvérsia científica (VIEIRA I. Í. F. *et al.* 2013).

De acordo com Monfared A.I. (2012) em estudo avaliou a hipótese de que resultados adversos no desenvolvimento da exposição ao formaldeído podem ser devidos a seus efeitos na estrutura placentária; nesta pesquisa não foram avaliadas as alterações histológicas da placenta porém com uma metodologia muito parecida onde a exposição ao formaldeído não dependia da concentração e sim do tempo de exposição.

Os animais foram expostos durante todo o período da organogênese e analisados ao nascer e após o desmame. Não foram encontrados valores significativos de massa e comprimento ao nascer entretanto após o desmame esses valores aumentaram significativamente esses resultados se coadunam com os de Monfared A.I. (2012) que ao analisar as estruturas placentárias encontrou varias alterações de peso diâmetro da membrana inter-dérmica do labirinto e a espessura das membranas basais trofoblásticas indicando que essas alterações interrompem as funções da placenta e levam a uma diminuição do peso fetal.

Na avaliação do peso corpóreo dos animais durante a exposição aguda de formaldeído foi possível identificar sinais de alteração estatisticamente significativa ($p = 0,001$) assim como uma exposição crônica ao formaldeído (90 dias) efetivada por Barbieri *et al.* (2010) foram identificadas alterações como diminuição da ingesta hídrica ($p=0,01$) e diminuição do ganho de peso ($p=0,004$). Segundo alguns autores são considerados sinais de toxicidade física: alterações de peso corporal de consumo de alimento e água alteração da deambulação piloereção diarreia e até mesmo mortalidade (NEPOMUCENO *et al.* 2005).

51 CONCLUSÃO

A exposição a 10% de formaldeído no período aplicado comprometeu o ganho de peso das progenitoras quando comparadas com aquelas expostas ao ar ambiente. Somado a isso destaca-se a menor ingestão alimentar e hídrica também no grupo tratado.

Na prole o comprimento e o peso ao nascer não foram menores nos descendentes do grupo tratado porém maiores após o período de desmame.

Outro dado importante é o número significativamente menor de filhotes nascidos no grupo tratado além da ocorrência de implantações observadas apenas neste grupo.

Não houve alterações significativas no espermograma entretanto nas análises histopatológicas do testículo houve modificações importantes que comprovam a necessidade de mais estudos relacionados com o uso de formaldeído para orientar os profissionais que fazem uso desta substância evitando maiores danos.

REFERÊNCIAS

BARBIERI D.F.; WISNIEWSKI E.; WISNIEWSKI M.S.W.; et al. **Toxicidade em ratos Wistar após 90 dias de exposição ao formaldeído e complucad®**. Inspirar Movimento e Saúde Chapecó. v. 2 n. 4 p. 122-129. 2010. Genotóxico. [Dissertação de Mestrado]; 2010.

MACAGNAN K.K SARTORI M.R.K CASTRO F.G. **Sinais e Sintomas da Toxicidade do Formaldeído em Usuários de Produtos Alisantes Capilares**. Cadernos da Escola de Saúde Curitiba. 2011;1(4):46-63.

MAIELLARO M. *et. al.* **Exposure to lowdoses of formaldehyde during pregnancy suppresses the development of allergic lung inflammation in offspring** Toxicol Appl Pharmacol p. 266–274 15 maio 2014.

Monfared A. L. **Histomorphological and ultrastructural changes of the placenta in mice exposed to formaldehyde** Toxicology and Industrial Health v. 30 p. 174–181 9 julho 2012.

MONFARED A. L. **Histomorphological and ultrastructural changes of the placenta in mice exposed to formaldehyde** Toxicology and Industrial Health v. 30 p. 174–181 9 julho 2012.

NEPOMUCENO F.; CASAS L.L.; PETERS V.M.; GUERRA M.O. **Desenvolvimento embrionário em ratas tratadas com Hypericum perforatum durante o período de implantação**. Revista Brasileira Farmacognasia Curitiba v. 15 n. 3 p. 224-228. 2005.

PINA CDS. Avaliação da Exposição Profissional ao Formaldeído: Efeito

SALTHAMMER T. **Effect off de air Exchange on formaldehyde concentrations indoor air indoor air international**. ULM Minnesota p-451-463 1994.

VERONEZ D.A.L. *at al.* **Potencial de risco para a saúde ocupacional de docentes pesquisadores e técnicos de anatomia expostos ao formaldeído**. InterfacEHS Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente 2010.

Vieira I. I. F. *et. Al.* **Efeitos da utilização do formaldeído em laboratórios de anatomia rev. Ciênc. Saúde Nova Esperança** p. 97-105 junho 2013.

WHO- WORLD HEALTH ORGANIZATION – **Formaldehyde**. Copenhagen Denmark: Regional Office for Europe; 2001.

ZHANG L. STEINMAUS C. EASTMOND.D.A. XIN X.K. SMITH M.T. **Formaldehyde exposure and leukemia: A new meta-analysis and potential mechanisms**. Mutat Res. 2009; 681 (2–3):150–68.

CAPÍTULO 9

EPIDEMIOLOGIA MOLECULAR E DETECÇÃO DE GENES DE ENTEROTOXINAS DE *ESCHERICHIA COLI* EM ALIMENTOS CRUS

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Leonardo Copetti da Silva

Centro Universitário União das Américas
Foz do Iguaçu - PR
<http://lattes.cnpq.br/1089727884806347>

Renata de Alcântara Fenner

Centro Universitário União das Américas
Foz do Iguaçu - PR
<http://lattes.cnpq.br/0987506975376794>

Natasha de Oliveira Machado

Centro Universitário União das Américas
Foz do Iguaçu - PR
<http://lattes.cnpq.br/7021519935837398>

Bruna Nathiely Werberich da Costa

Centro Universitário União das Américas
Foz do Iguaçu - PR
<http://lattes.cnpq.br/6626515972414372>

Elisson Furlan Figueiredo

Centro Universitário União das Américas
Foz do Iguaçu - PR
<http://lattes.cnpq.br/1890071635355089>

Carina Sperotto Librelotto

Centro Universitário União das Américas
Foz do Iguaçu - PR
<http://lattes.cnpq.br/6537854454360347>

Escherichia coli pela técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR). Com relação à metodologia a partir da análise de 30 amostras de alimentos crus como sushi sashimi e quibe cru utilizou-se a técnica do número mais provável para a análise microbiológica das amostras e o isolamento dos micro-organismos seguida pela confirmação da presença da bactéria *Escherichia coli* pela técnica de PCR. Para a pesquisa da presença de cepas patogênicas de *Escherichia coli* foram avaliados: EAEC (aggR) EPEC (BfpA) EPEC/EHEC (eae) ETEC (est; elt) EHEC (Stx; efa1) Yersinabactin1a (irp2) blaTEM (blaTEM) blaSHV (blaSHV) blaCTX-M (blaCTX-M) e EIEC (ipaH). Com relação aos resultados das 30 amostras analisadas 8 (26 8%) foram positivas para *Escherichia coli* sendo isoladas 12 cepas de *Escherichia coli* pela análise microbiológica. Pela análise molecular 9 amostras de *Escherichia coli* foram identificadas e dessas 4 (44 4%) apresentaram positividade para os genes das enterotoxinas e de virulência sendo 2 (50%) positivas para gene *irp2*- Yersinabactin1a 1 (25%) positiva para o gene *blaTEM* e 1 (25%) positiva para o gene *eae* marcador do patótipo EPEC/EHEC das *Escherichia coli* diarréio-genicas. Os resultados alcançados demonstram alta especificidade e sensibilidade da técnica molecular e nos mostram que os alimentos consumidos crus podem ser importantes veículos de contaminação.

PALAVRAS - CHAVE: Intoxicação alimentar. *Escherichia coli*. Fatores de Virulência.

RESUMO: O presente estudo tem como objetivo identificar determinadas enterotoxinas e genes de virulência produzidas por algumas cepas de

MOLECULAR EPIDEMIOLOGY AND DETECTION OF *ESCHERICHIA COLI* ENTEROTOXIN GENES IN RAW FOOD

ABSTRACT: This study aims to identify certain enterotoxins and virulence genes produced by some *Escherichia coli* strains by the Polymerase Chain Reaction (PCR) technique. Regarding the methodology based on the analysis of 30 samples of raw food such as sushi sashimi and raw kibbeh we used the most probably number technique for the microbiological analysis of samples and the isolation of microorganisms followed by the confirmation of the presence of the bacterium *Escherichia coli* by the PCR technique. For the investigation of the presence of *Escherichia coli* pathogenic strains were evaluated: EAEC (aggr) EPEC (Bfpa) EPEC/EHEC (Eae) ETEC (est; EIt) EHEC (Stx; efa1) Yersinabactin1a (irp2) blaTEM (blaTEM) blaSHV (blaSHV) blaCTX-M (blaCTX-M) and EIEC (ipaH). Regarding the results of the 30 samples analyzed 8 (26.8%) were positive for *Escherichia coli* and 12 strains of *Escherichia coli* were isolated by microbiological analysis. By molecular analysis 9 samples of *Escherichia coli* were identified and of these 4 (44.4%) presented positivity results for enterotoxin and virulence genes 2 (50%) were positive for irp2- Yersinabactin1a gene 1 (25%) positive for blaTEM gene and 1 (25%) positive for the Eae gene marker of the EPEC/EHEC pathogen of diarrheagenic *Escherichia coli*. The results obtained demonstrate the high specificity and sensitivity of the molecular technique and show us that raw food can be important vehicles of contamination.

KEYWORDS: Food poisoning. *Escherichia coli*. Virulence Factors.

1 | INTRODUÇÃO

As doenças transmitidas por alimentos são patologias causadas pela ingestão de alimentos contaminados por agentes que atingem o organismo causando sintomas como gastroenterites. Esses agentes podem ser químicos ou biológicos sendo os biológicos os mais comuns já que constituem principalmente as bactérias. Dados relatam que 59,8% dos surtos são causados por agentes bacterianos e somente 6,1% por agentes químicos (VAN AMSON *et al.* 2006). Como a ocorrência de doenças transmitidas por alimentos (DTA) tem aumentado significativamente a cada ano em nível mundial provavelmente em decorrência de fatores como o aumento da população o processo de urbanização desordenado o turismo o consumo de alimentos fora de casa que pode ser relacionado com a falta de higiene de manipuladores o deficiente controle dos órgãos públicos e muitos outros fatores contribuem para que os surtos causados por essas doenças ainda sejam muito comuns (VAN AMSON *et al.* 2006; MARCHI *et al.* 2007; NOLLA *et al.* 2005).

A grande maioria dessas contaminações em alimentos é causada por microrganismos que pertencem à família das enterobactérias sendo possível destacar a bactéria *Escherichia coli* que faz parte da microbiota normal do homem e por isso é um indicativo de contaminação fecal alimentar. Cepas patogênicas de *Escherichia coli* estão frequentemente correlacionadas com as causas de DTA's principalmente quando associados com produtos cárneos e/ou produtos consumidos crus como por exemplo o

quibe cru e o peixe cru (BRAGA; FERREIRA 2013; MASSON; PINTO 1998).

A *Escherichia coli* é considerada comensal e está presente no trato gastrointestinal de humanos e animais de sangue quente podendo não causar nenhuma doença no hospedeiro porém algumas estirpes podem ser malélicas e propiciar a destruição da flora intestinal provocando infecções intestinais. Elas estão entre as que mais ocorrem nos seres humanos todavia não são muito notificadas no Brasil gerando assim um problema ainda maior já que isso impede a implantação de medidas de higiene e de controle.

A patogenicidade de uma cepa de *Escherichia coli* é dependente dos fatores de virulência nela contido de acordo com seu sorotipo. Esses termos são subjetivos pois o fator de virulência não nos indica apenas um mas uma combinação de fatores o que fazem com que ela tenha a capacidade de produzir alguma toxina ou causar outro tipo de complicação (SILVA *et al.* 2014; KUHNERT *et al.* 2000).

Desse modo devido à importância social das toxinas causadoras de gastroenterites veiculadas em alimentos já que quando presentes podem causar graves problemas à saúde do consumidor esta pesquisa tem como objetivo detectar a presença de genes relacionados às toxinas produzidas por *Escherichia coli* isolados em alimentos à base de carne bovina crua e de peixe cru uma vez que Foz do Iguaçu apresenta uma grande quantidade de restaurantes de culinárias árabe e japonesa.

2 | METODOLOGIA

Este estudo é de caráter qualitativo e quantitativo que foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unioeste conforme os pareceres n° 3.231.468 e n° 3.231.487. A pesquisa ocorreu no período de março a dezembro de 2019 sendo avaliadas 30 amostras de alimentos 15 à base de peixe cru (sushi ou sashimi) e 15 de alimentos à base de carne crua (quibe cru) em diferentes restaurantes da cidade de Foz do Iguaçu (PR) Brasil. A escolha foi aleatória e probabilística. A única característica específica foi que a amostra deveria estar *in natura* e fresca pronta para o consumo.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Microbiologia do Centro Universitário UniAmérica (UA) pela técnica do número mais provável (NMP) utilizando a metodologia adaptada de Hunt e Rice (2007) e análise molecular pela técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR). Inicialmente para a quantificação foram pesadas as amostras com água peptonada e realizado as diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} . O plaqueamento do Ágar padrão de contagem (PCA) foi feito em profundidade. Foram realizadas as sementeiras em Ágar MacConkey. A diluição 10^1 foi adicionada em Caldo Rappaport com a finalidade de verificar a presença de coliformes totais e termotolerantes a 45°C que foi inoculado a cada diluição 1 mL em tubos contendo Caldo Verde Brilhante Lactosado Bile 1% (VB) em triplicata com tubo de Durhan. Todas as placas e tubos foram colocados na estufa a 35°C por 24 - 48 horas.

A partir dos Caldos VB positivos foram inoculados - 0 01 mL em Caldo *Escherichia coli* (EC) - contendo tubo de Durhan e incubados em banho-maria a 45°C por 24 horas. As colônias sugestivas de *Escherichia coli* foram selecionadas e repicadas em outra placa de Ágar MacConkey para isolamento e posterior identificação. Para o isolamento de *Salmonella* spp. do Caldo Rappaport foi semeado em Ágar *Salmonella* Shiguella (SS) e Xilose-Lisina-Desoxi-colato (XLD) colocado na estufa por 24 horas a 35°C.

A partir do crescimento das placas de Ágar MacConkey Ágar *Salmonella* Shiguella (SS) e Xilose-Lisina-Desoxi-colato (XLD) foram realizadas as colorações de Gram e a identificações bioquímicas: Triple Sugar Iron Ágar (TSI) Sulfeto/Indol/Motilidade (SIM) e Citrato de Simmons. As cepas identificadas como *Escherichia coli* e os caldos EC negativos das amostras foram inoculadas em caldo BHI + glicerol 20% e congeladas a -20°C.

Para a análise molecular primeiramente todas as amostras foram descongeladas e homogeneizadas em vórtex em seguida foram repicados 100 µl em tubos de vidro contendo 5 ml de caldo BHI e então permaneceram 48 horas em estufa com aquecimento de 35°C.

Todas as amostras foram previamente lavadas e centrifugadas a 2000 rpm por 10 minutos. Então foi desprezado o sobrenadante e ao pellet adicionada 5 ml de solução fisiológica que foram homogeneizadas em vórtex e centrifugadas novamente. Esse processo foi repedido por duas vezes.

Ao final da lavagem foi adicionado 1 ml de solução TE (10 mM Tris 1 mM EDTA pH 8 0) homogeneizado em vórtex e transferido para microtubos com capacidade de 1 5 ml. Em seguida foram congeladas para a realização das extrações de DNA. O protocolo utilizado para a extração de DNA foi baseado em informações do fabricante do kit GeneCoding. O DNA das amostras previamente extraído e estocado a -20°C foi utilizado para as análises moleculares.

Foram usados oligonucleotídeos para a confirmação de *Escherichia coli* sendo os genes 16s UIDA e USPA bem como para a detecção dos genes de virulência a partir da amplificação das cepas confirmadas EAEC (aggR) EPEC (BfpA) EPEC/EHEC (eae) ETEC (est; elt) EHEC (Stx; efa1) Yersinabactin1a (irp2) blaTEM (blaTEM) blaSHV (blaSHV) blaCTX-M (blaCTX-M) e EIEC (ipaH).

As amplificações da PCR foram realizadas com um volume final de 25 µl que continham 8 5 µl de água ultrapura 12 5 µl de MasterMix 2X Cellco® (Constituído por magnésio cloreto de potássio DNA polimerase estabilizantes e dNTP's) 1 µl de cada primer e 2 µl de amostra de DNA. Todas as reações foram realizadas no termociclador Applied Biosystems® com as condições de 95°C por 5 minutos para a desnaturação inicial seguida de 35 ciclos: de 95°C por 45 segundos para a desnaturação a temperatura de anelamento de cada primer 72°C por 45 segundos para a extensão além de 72°C por 7 minutos para a extensão final.

Os produtos obtidos da PCR foram marcados com Blue Green Loading Dye I e

separados por eletroforese em gel de agarose a 2% em tampão de corrida Tris-Borato-EDTA 0.5X por 90 minutos a 90V. Foram utilizados marcadores de peso molecular com 100 pb (Cellco®) que posteriormente foram visualizados em transiluminador (Kasvi®).

3 I RESULTADOS

O número total de microrganismos coliformes a 45°C e a presença de *Escherichia coli* obtidos das 30 amostras (15 amostras de peixe cru e 15 amostras de quibe cru) são apresentados na Tabela 1. Das 30 amostras analisadas foram isoladas 12 cepas sugestivas de *Escherichia coli* na análise microbiológica totalizando 8 (26 8%) amostras. Os resultados demonstram que 16 (53 3%) amostras apresentaram valores de coliformes a 45°C acima do permitido pela RDC nº 12/2001 sendo em 6 amostras (37 5%) com a presença de cepas de *Escherichia coli* e 2 amostras (6 6%) que estão dentro dos valores estabelecidos pela ANVISA porém foram encontradas cepas *Escherichia coli*.

Também foram identificados na análise microbiológica cepas de outros microrganismos que não foram objeto deste estudo pertencentes à família das enterobactérias como *Enterobacter spp.*, *Klebsiella spp.*, *Shigella spp.*, *Yersinia enterocolitica*. Entretanto ressalta-se que cinco (16 6%) amostras apresentaram cepas de *Salmonella spp.*

AMOSTRAS	PEIXE CRU			QUIBE CRU		
	Nº total de microrganismos (UFC/g)	Coliformes a 45°C (NMP/g)	Cepas sugestivas <i>E. coli</i>	Nº total de microrganismos (UFC/g)	Coliformes a 45°C (NMP/g)	Cepas sugestivas <i>E. coli</i>
1	> 10 ⁵	> 1.100 *	1	32.000	93	0
2	15.200	3	0	653	7,2 **	2
3	> 10 ⁵	> 1.100 *	0	> 10 ⁵	> 1.100 *	1
4	22.600	460 *	0	35.000	64	0
5	13.293	23	0	74.000	23	0
6	10.423	3,6	0	13.000	3,6	0
7	2.143	< 3	0	> 10 ⁵	> 1.100 *	0
8	1.000	15	0	15.000	> 1.100 *	0
9	10.000	240 *	0	196.000	1.100 *	0
10	> 10 ⁵	< 3	0	11.000	15	0
11	40.000	> 1.100 *	2	>10 ⁵	16	0
12	6.000	> 1.100 *	1	27.500	240 *	0
13	87.000	15 **	1	950	460 *	0
14	10.600	150 *	0	130.000	> 1.100 *	1
15	5.500	1100 *	3	36.000	210 *	0

Tabela 1 – Resultados microbiológicos do número total de microrganismos coliformes fecais a 45°C e a presença de *Escherichia coli*

* Amostras com contagem de coliformes a 45°C acima de 10² NMP/g (RDC nº 12/2001).

** Amostras com valores dentro do estabelecido pela RDC nº 12/2001 e cepas de *E. coli*.

UFC/g – Unidade Formadora de colônia por grama; NMP/g – Número mais provável por grama.

Todas as 30 amostras foram avaliadas na análise molecular. Um total de 9 (30%) amostras foram confirmadas para *Escherichia coli* sendo 8 (88 8%) positivas para os genes 16s USPA e UIDA e 1 (11 2%) para o gene 16s e UIDA. Três (10%) amostras foram positivas apenas para o gene 16s.

Das 12 cepas sugestivas para *Escherichia coli* na análise microbiológica apenas 1 (8 3%) confirmou ser *Escherichia coli* presença dos genes 16s USPA e UIDA e outra (1; 8 3%) apresentou apenas positividade para o gene 16s.

As 9 amostras confirmadas para *Escherichia coli* na análise molecular foram avaliadas em relação à presença dos genes de enterotoxinas e de virulência houve positividade para quatro amostras (44 4%) sendo 2 (50 %) *irp2* 1 (25%) *blaTEM* e 1 (25%) *eeae*.

4 | DISCUSSÃO

Este estudo evidenciou a presença de *Escherichia coli* em alimentos consumidos crus comercializados na cidade de Foz do Iguaçu – PR revelando então a deficiência nas práticas de higiene em alguns estabelecimentos podendo afetar diretamente a saúde do consumidor.

Os resultados microbiológicos demonstram que a metade das amostras apresentaram valores de coliformes a 45°C acima do permitido pelos padrões estabelecidos pela RDC nº 12 de 2001 do item 22 (B). Um resultado semelhante foi encontrado por Braghini *et al.* (2015) o qual analisou 15 amostras de sashimis comercializados em restaurantes da cidade de Maringá (PR) e encontrou 53 3% das amostras contaminadas com coliformes. Outro estudo realizado por Martins (2006) foi analisado 20 amostras de peixe cru sendo que 50% delas se encontravam fora das normas sanitária exigidas pela ANVISA. Já Lundgreen *et al.* (2009) obteve um resultado muito acima do esperado ao analisar carne bovina crua das 67 amostras analisadas 93 3% delas não estavam de acordo com as normas estabelecidas.

Os resultados apresentados no nosso estudo demonstram que o número total de microrganismos é superior nas amostras de quibe cru. Ao comparar esses resultados com o estudo de Tanure *et al.* (2006) que utilizou a mesma técnica e as mesmas amostras pode-se observar que também ocorreu uma prevalência elevada em relação à contagem de microrganismos ao analisarem massas cruas de quibe comercializadas no município de Alfenas (MG).

No nosso estudo com relação aos resultados encontrados na análise microbiológica podemos observar que foram identificadas em 53 3% (8) das amostras 12 cepas de *Escherichia coli* sendo que foram encontradas mais de uma cepa em uma amostra de peixe cru e quibe cru. Corroborar-se assim com os estudos de Alcântara *et al.* (2012) e Volcão *et al.* (2016) que também apresentaram resultados semelhantes (55 5% e 45% respectivamente) em relação à presença de *Escherichia coli* em amostras contaminadas por esse microrganismo.

Vale ressaltar que algumas amostras não apresentaram a quantidade de coliformes a 45°C acima do permitido mas mesmo assim foi identificado cepas de *Escherichia coli*. Em contrapartida algumas amostras apresentaram quantidade de coliformes a 45°C acima do permitido não sendo encontrado nenhuma cepa de *Escherichia coli*. Resultado semelhante a esse foi encontrado no estudo de Okura (2010) que pela Técnica de Número Mais Provável identificou positividade para coliformes a 45°C em 94 (84 7%) ao analisar 111 amostras de queijo Minas frescal. Nessas mesmas amostras foi observado a presença de *Escherichia coli* em 56 (50 5%). Em outro estudo similar realizado por Silva *et al.* (2006) analisando 135 alimentos incluindo queijo Minas frescal linguiça hortaliças e fubá os autores relataram a presença de coliformes a 45°C em 42 (31 1%) e amostras de *Escherichia coli* em 25 (18 5%) amostras. Portanto a porcentagem de coliformes a 45°C não está diretamente relacionado à presença de *Escherichia coli* já que existem outros tipos de microrganismos de origem fecal.

No nosso estudo também foram identificados outros microrganismos pertencentes à família das enterobactérias os quais apresentam potencial patogênico como a *Enterobacter spp.* *Klebsiella spp.* *Shigella spp.* e *Yersinia enterocolitica*. Okura (2010) avaliando 50 amostras de queijo produzidas com leite cru isolou 670 amostras bacterianas das quais 578 (86 4%) eram *Escherichia coli* 40 (5 9%) *Proteus* 36 (3 8%) *Providencia* 21 (3 2%) *Enterobacter* 3 (0 41%) *Klebsiella* e 2 (0 29%) *Serratia*. Segundo Santos *et al.* (2012) a presença dessas bactérias nesse tipo de amostra se refere à decomposição de carnes e peixes e por isso a sua presença frequente nesse tipo de pesquisa.

Um resultado que deve ser destacado na nossa pesquisa foi a presença de *Salmonella spp.* (5 16%) em 3 amostras de quibe cru e 2 amostras de peixe cru concluindo que elas se apresentam fora do padrão estabelecido na RESOLUÇÃO-RDC Nº 12 DE 02 DE JANEIRO DE 2001 a qual estabelece a ausência desse micro-organismo em 25g de alimentos crus refrigerados ou congelados. Esse resultado se assemelha a outros estudos como uma pesquisa realizada em uma cidade no Noroeste do Rio Grande do Sul o qual analisou 14 amostras de carne crua e 14 28% delas se encontravam contaminadas por *Salmonella spp* (DAMER *et al.* 2014). Vale ressaltar que quando o microrganismo em questão é identificado em alimentos ele deve ser considerado como impróprio para o consumo. Dessa forma verifica-se que a presença de *Salmonella spp* nestes estudos é um dado que compromete a saúde dos consumidores pois a sua presença tanto nas amostras de quibe cru quanto nas amostras de shushi/sashimi pode ser considerada um importante fator epidemiológico em surtos por *Salmonella spp* (ALMEIDA *et al.* 1995).

No nosso estudo 9 (30%) amostras foram confirmadas como *Escherichia coli* pela positividade dos genes 16s USPA e/ou UIDA. Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo feito por Godambe *et al.* (2017) que analisaram 170 amostras de alimentos indianos isolando 192 isolados sugestivos de *Escherichia coli* dos quais 43 ou 22% dos isolados foram positivos para USPA (13%) e UIDA (9%).

A pesquisa de genes de virulência demonstrou que algumas cepas (5 55%) foram positivas para os genes de virulência sendo que uma foi positiva para *blaTEM* ou seja betalactamase do tipo TEM enzima a qual hidrolisa facilmente as penicilinas e cefalosporinas de primeira geração proporcionando então uma vantagem a essa bactéria já que a sua presença apresenta resistência a alguns antibióticos (BRAGA 2016). Resultados semelhantes foram retratados por Talukdar *et al.* (2013). Ao analisar 233 cepas de *Escherichia coli* os autores observaram que 22 (9 44%) delas foram consideradas como ESBL e dessas 22 apenas 9 positivas para *blaTEM* ou seja na contagem total das 233 cepas apenas 3 86% tiveram a presença do gene *blaTEM*.

O gene *irp2* também pesquisado foi encontrado. Esse gene é responsável pela captação de ferro pela bactéria sendo assim é uma proteína siderófora de alto peso molecular proporcionando alta virulência. A sua afinidade ao ferro é tão alta quanto as proteínas plasmáticas visto que o ferro é um elemento essencial para o metabolismo celular tanto para a respiração quanto para a replicação. Assim a sua presença na célula é de extrema importância (ROCHA *et al.* 2008). Resultados encontrados por Schubert *et al.* (1998) mostram uma alta prevalência (60%) do gene *irp2* em cepas de *Escherichia coli* por outro lado uma prevalência menor foi observada no estudo de LEAL *et al.* (1998). Ao analisarem 20 cepas entre *Yersinia enterocolitica* e *Escherichia coli* apenas 1 (0 5%) foi positiva para a pesquisa do gene *irp2* já no nosso estudo obtivemos 2 cepas (22 2%) positivas para o gene.

A presença do gene *eae* em uma cepa é um forte indicativo de *Escherichia coli* enteropatogênica sendo assim o gene produtor de uma proteína denominada intimina que promove aderência íntima aos enterócitos causa uma lesão típica desse sorotipo a *attaching and effacing (A/E)* a qual promove destruição das microvilosidades do tecido entérico (ROCHA *et al.* 2017). No presente estudo foi possível isolar 1 cepa (11%) correspondente ao gene *eae* sendo em proporção comparado a um estudo realizado por Wani *et al.* (2006) que verificaram que ao analisar 326 cepas de *Escherichia coli* providas de amostras fecais apenas 26 (7 97%) foram positivas para o gene *eae* estando de acordo também com os achados de Beutin *et al.* (2003) que detectou apenas 7 5% de EPEC em crianças da cidade de Melbourne e 5 9% das crianças pesquisadas em Berlim.

5 | CONCLUSÃO

Os resultados alcançados demonstram que alguns estabelecimentos podem indicar uma higienização ineficaz pois várias amostras tiveram um padrão de coliformes termotolerantes acima do permitido pela legislação vigente mesmo quando não apresentaram a presença do microrganismo estudado. Isso pode nos apontar para uma higienização incorreta dos locais armazenagem inadequada desses alimentos assim como uma falta de paramentação adequada pelos manipuladores.

Além disso podemos destacar a sensibilidade e a especificidade das técnicas de biologia molecular pois algumas amostras não foram identificadas pela análise microbiologia trazendo-nos um cenário de necessidade de estudos como esse para podermos analisar com mais precisão as condições sanitárias dos locais responsáveis pela refeição de boa parte da população.

Fatos como esse podem ser evitados por um treinamento mais intensivo entre os funcionários para que assim possam realizar higienizações mais abundantes tanto na sua própria preparação como nos utensílios utilizados e no armazenamento dos alimentos. Podemos salientar que esses cuidados quando se tratam de alimentos consumidos crus tornam-se ainda mais relevantes já que não passam por nenhum processo de cozimento que possam interferir na sobrevivência dessas bactérias. Fiscalizações rigorosas por órgãos e estabelecimentos competentes também podem assegurar que as normas estabelecidas sejam realmente cumpridas visando o bem-estar da população consumidora.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA M. A. GATTO I. R. H. ANDREANI D. I. K. **Ocorrência e perfil de suscetibilidade aos antimicrobianos de micro-organismos isolados de cortes de carne bovina.** Veterinária em foco São Paulo v. 10 n. 1 p. 80-92. Dez. 2012.

ALMEIDA R. C. C. *et al.* **Avaliação e controle da qualidade microbiológica de mãos de manipuladores de alimentos.** Rev. Saúde Pública São Paulo. v. 29 n. 4 p. 290-294. Ago. 1995.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). Resolução - RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. **Padrões microbiológicos sanitários para alimentos.** Diário oficial da união: seção 1 10 Jan 2001.

BEUTIN L. MARCHÉS O. BETTELHEIM K. GLEIER K. ZIMMERMAN S. SCHMIDT H. OSWALD E. **HEp-2 Cell Adherence Actin Aggregation and Intimin Types of Attaching and Effacing *Escherichia coli* Strains Isolated from Healthy Infants in Germany and Australia.** Infection and Immunity Germany v. 71 n. 7 p. 3995-4002. Ago. 2003.

BRAGA H. F. FERREIRA I. M. **Quibe cru: qualidade sanitária e perigo à saúde.** Ver. Brasileira de Pesquisa em Saúde Minas Gerais v. 15 n 4 p. 123-129. Dez. 2013.

BRAGA J. M. **Prevalência e sensibilidade antimicrobiana de *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* isoladas de infecções nosocomiais no hospital regional norte em sobral/ce e detecção genética de blaTEM blaSHV blaCTX-m e blages em espécimes produtores de betalactamase de espectro estendido (ESBL).** 2016. 101 f. Dissertação de mestrado Sobral: Universidade Federal do Ceará 2016.

BRAGHINI F. ALEXANDRINO E. G. LEITE F. P. KEMMELMEIER E. G. GONÇALVES J. E. **Análise microbiológica de sashimis a base de salmão comercializados na cidade de Maringá-PR quanto a presença de coliformes totais e termotolerantes.** Centro Científico Conhecer Maringá v. 11 n. 22 p. 3265. Nov. 2015.

DAMER J. R. S. DILL R. E. GUSMÃO A. A. MORESCO T. R. **Contaminação de carne bovina moída por *Escherichia coli* e *Salmonella Sp.*** Revista Contexto e Saúde Santa Maria - RS v. 14 n. 26 p. 20-27. Out. 2014.

GODAMBE L. P. BANDEKAR J. SHASHIDHAR R. **Species specific PCR based detection of *Escherichia coli* from Indian foods.** 3 Biotech India v. 7 n. 2 p. 130. Jun. 2017.

KUHNERT P. BOERLIN P. FREY J. **Target genes for virulence assessment of *Escherichia coli* isolates from water food and the environment.** Fems Microbiology reviews Switzerland v. 24 n. 1 p. 107-117. Jan. 2000.

LEAL T. C. LEAL N. C. ALMEIDA A. M. P. **Marcadores de patogenicidade em *Yersinia enterocolitica* O: 3 isoladas de suínos do Rio de Janeiro.** Pesq. Vet. Bras. Rio de Janeiro v. 17 n. 1 p. 19-24. Jan. 1997.

LUNDGREN P. U. SILVA J. A. MACIEL J. F. FERNANDES T. M. **Perfil da qualidade higiênico-sanitária da carne bovina comercializada em feiras livres e mercados públicos de João Pessoa – PB BRASIL.** Alimentos e Nutrição Paraíba v. 20 n.1 p. 113-119. Mar. 2009.

MARCHI D. M. *et al.* **Ocorrência de surtos de doenças transmitidas por alimentos no Município de Chapecó Estado de Santa Catarina Brasil no período de 1995 a 2007.** Epidemiol. Serv. Saúde Brasília v. 20 n. 3 p. 401-407 set. 2011.

MARTINS F. O. **Avaliação da qualidade higiênico-sanitária de preparações (sushi e sashimi) a base de pescado cru servidas em bufês na cidade de São Paulo.** Orientador: Maria Helena Matte. 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado em Serviços de Saúde Pública) – USP Faculdade de Saúde Pública São Paulo 2006.

MASSON M. L. PINTO R. A. **Perigos potenciais associados ao consumo de alimentos derivados de peixe cru.** Boletim do centro de pesquisa e processamento de alimentos Curitiba v. 16 n. 1 p. 71-84. Jan. 1998.

NOLLA A. C. CANTOS G. A. **Relação entre a ocorrência de enteroparasitoses em manipuladores de alimentos e aspectos epidemiológicos em Florianópolis Santa Catarina Brasil.** Cad. Saúde Pública Rio de Janeiro v. 21 n. 2 p. 641-645 Abr. 2005.

OKURA M. H. **Avaliação microbiológica de queijos tipo Minas Frescal comercializados na região do Triângulo Mineiro.** Rev. Instituto de Laticínios São Paulo v. 375 n. 65 p. 33-42. Ago. 2010.

ROCHA A. C. G. P. *et al.* **Genes associados à patogenicidade de *Escherichia coli* aviária (APEC) isoladas de casos respiratórios de aves.** Pesq. Veterinário. Bras. Rio de Janeiro v. 28 n. 3 p. 183-186. Mar. 2008.

ROCHA D. C. C. MARINHO A. N. R. SANTOS S. D. LOUREIRO E. C. B. **Caracterização molecular de *Escherichia coli* enteropatogênica atípica em animais silvestres capturados na Região Amazônica.** Rev Pan-Amaz Saude Pará v. 8 n. 1 p. 9-16. Mar. 2017.

SANTOS A. A. SIMÕES G. N. CRUZ M. M. FERREIRA N. S. LIMA R. C. TUÑÓN G. I. L. **Avaliação da qualidade microbiológica de sushi comercializado em restaurantes de Aracaju Sergipe.** Scientia Plena Sergipe v. 8 n. 3. Mar. 2012.

SILVA M. L. Q. AQUINO P. E. A. LEANDRO. L. M. G. ALVES F. M. BARROS F. C. N. VANDESMET V. C. S. **Análise microbiológica de pratos e talheres em self-services e restaurantes populares da cidade de Juazeiro do Norte-Ceará.** Revista Saúde e Pesquisa Ceará v. 7 n. 3 p. 445-454. Dez. 2014.

SILVA M. P. CAVALLI D. R. OLIVEIRA T. C. R. M. **Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas de tubo múltiplos e petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos.** Ciência e tecnologia de alimentos Campinas v. 26 n. 2 p. 352-359. Jun. 2006.

SCHUBERT S. RAKIN A. KARCH H. CARNIEL E. HEESEMANN J. **Prevalence of the “high-pathogenicity island” of *Yersinia* species among *Escherichia coli* strains that are pathogenic to humans.** Infection and Immunity Germany v. 66 n. 2 p. 480-485. Fev. 1998.

TALUKDAR P. K. *et al.* **Antimicrobial resistance virulence factors and genetic diversity of *Escherichia coli* isolates from household water supply in Dhaka Bangladesh.** Plos one Bangladesh v. 8 n. 4. Abr. 2013.

TANURE M. C. COELHO D. A. VEIGA S. M. O. M. FARIA-E-SILVA P. M. **Avaliação da qualidade microbiológica de massas de quibe de carne bovina recém preparadas comercializadas em açougues do município de Alfenas MG.** Higiene Alimentar Minas Gerais v. 20 n. 145 p. 80-84. Out. 2006.

VAN AMSON G. HARACEMIV S. M. C. MASSON M. L. **Levantamento de dados epidemiológicos relativos a ocorrências/ surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) no estado do Paraná Brasil no período de 1978 a 2000.** Ciênc. agrotec. Lavras v. 30 n. 6 p. 1139-1145. Dez. 2006.

VOLCÃO L. M. MARQUES J. L. BERNARDI E. RIBEIRO G. A. **Health and Food Safety: Isolation and susceptible profile analysis of pathogenic bacteria of food.** Journal of Epidemiology and Infection Control [S.I.] v. 6 n. 4 p. 197-202. Out. 2016.

WANI S. A. NABI A. FAYAZ I. AHMAD I. NISHIKAWA Y. QURESHI K. KHAN M. A. CHOWDHARY J. **Investigation of diarrhoeic faecal samples for enterotoxigenic Shiga toxin-producing and typical or atypical enteropathogenic *Escherichia coli* in Kashmir India.** FEMS Microbiology Letters Índia v. 261 n. 2 p. 238-244. Ago. 2006.

CAPÍTULO 10

INTRODUÇÃO E OCUPAÇÃO DAS FITO INVASORAS *CRYPTOSTEGIA MADAGASCARIENSIS* BOJER EX DECNER E *PROSOPIS JULIFLORA* (SW.) DC. NO NORDESTE BRASILEIRO

Data de aceite: 04/02/2021

Data e submissão: 18/12/2020

Francisca Renata Alves de Lima

Universidade Estadual do Ceará
Ceará – Fortaleza
<http://lattes.cnpq.br/8872392102696324>

Oriel Herrera Bonilla

Universidade Estadual do Ceará – UECE /
Curso de Ciências Biológicas do Centro de
Ciências da Saúde – CCS / Programa de Pós-
Graduação em Ciências Naturais/CCT.
Fortaleza – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/1987220130978704>

Ivina Beatriz Menezes Farias

Universidade Estadual do Ceará
Ceará – Fortaleza
<http://lattes.cnpq.br/9880012685394115>

Natália Morena Fernandes Soltys

Universidade Estadual do Ceará
Ceará – Fortaleza
<http://lattes.cnpq.br/5287348390619627>

Sandro Ferreira do Nascimento

Universidade Estadual do Ceará
Ceará – Fortaleza
<http://lattes.cnpq.br/2133937551566444>

Klever Cavalcante da Silva

Universidade Estadual do Ceará
Ceará – Fortaleza
<http://lattes.cnpq.br/4885736201422105>

RESUMO: A invasão biológica ou bioinvasão é o processo no qual um organismo animal ou vegetal é introduzido a um ambiente distinto ao seu de origem passando a competir territorialmente causando prejuízos à fauna e flora autóctone devido a sua alta capacidade reprodutiva. A bioinvasão pode ser classificada como intencional ou não intencional. Este trabalho teve como objetivo fazer uma revisão de literatura sobre a situação de bioinvasão bem como descrever possíveis soluções para o controle das espécies *Cryptostegia madagascariensis* e *Prosopis juliflora*. Os artigos selecionados seguiram o critério de abordagem conteudistas sobre invasão biológica descrição botânica ocorrências e métodos de controle da *C. madagascariensis* e *P. juliflora*. Com a leitura dos artigos foi possível inferir que a bioinvasão é uma grande causa da perda da biodiversidade nativa.

PALAVRAS - CHAVE: Bioinvasão; Apocynaceae; Fabaceae; Controle; Exótica.

INSERTION AND ESTABLISHMENT OF THE PHYTO-INVADERS *CRYPTOSTEGIA* *MADAGASCARIENSIS* BOJER EX DECNER AND *PROSOPIS JULIFLORA* (SW.) DC. IN THE BRAZILIAN NORTHEAST

ABSTRACT: Biological invasion or bioinvasion is the process in which an animal or vegetable organism is introduced to an environment different from its original one starting to compete territorially causing damage to the native fauna and flora due to its high reproductive capacity. Bioinvasion can be classified as intentional or unintentional. This work aimed to make a literature review about the

bioinvasion situation as well as to describe possible solutions for the control of the species *Cryptostegia madagascariensis* and *Prosopis juliflora*. The selected articles followed the content approach criteria for biological invasion botanical description occurrences and methods of controlling *C. madagascariensis* and *P. juliflora*. Reading the articles it was possible to infer that bioinvasion is a major cause of the loss of native biodiversity.

KEYWORDS: Bioinvasion; Apocynaceae; Fabaceae; Control; Exotic.

1 | INTRODUÇÃO

A bioinvasão ou invasão biológica é a segunda maior causa de redução da biodiversidade e os desequilíbrios ecológicos resultantes desse fenômeno perduram por anos necessitando de intervenções humanas para corrigir os danos. O processo de bioinvasão inicia-se quando há a introdução de um organismo animal vegetal ou microorganismo em um ecossistema que não é o seu de origem desse modo o organismo passará a competir por território e nutrientes com a fauna e flora nativa (MORO *et al.* 2012; BONILLA; MAJOR 2006).

A bioinvasão pode ocorrer de forma deliberada ou por acidente. No primeiro caso ocorre com fins ornamentais alimentícios e produção de matéria prima já no segundo as espécies são transportadas de formas naturais por meio de cursos de rios correntes oceânicas e aves migratórias assim como pelos meios de transportes utilizados pelo homem (LEÃO *et al.* 2011).

Segundo Matos e Pivello (2009) tanto a fragilidade do ambiente quanto as ações antrópicas favorecem a propagação de espécies exóticas e Moro *et al.* (2012) acrescenta o fato da alta capacidade reprodutiva das espécies. No Nordeste brasileiro a bioinvasão é agravada devido às condições naturais do ambiente e dos impactos humanos os quais fragilizam a biodiversidade local tornando a região mais suscetível ao estabelecimento de espécies invasoras. Bonilla e Major (2006) deram o primeiro alerta sobre a presença de invasores biológicos no Nordeste evidenciando o problema em fase crescente e a possibilidade de novos registros com novos ingressos locais.

A *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decner e a *Prosopis juliflora* (Sw.) DC são exemplos de espécies invasoras encontradas na região Nordeste as quais se destacam devido seu hábito de ocupação impactante sobre a flora local. Além destas outras espécies vegetais são bioinvasoras da região tais como: *Calotropis procera* (Aiton) W.T. e a *Azadirachta indica* A. Juss. (SOUZA *et al.* 2017; ANDRADE 2013; FABRICANTE; OLIVEIRA; SIQUEIRA FILHO 2013; MORO; WESTERKAMP; MARTINS 2013.)

A *C. madagascariensis* e a *P. juliflora* vem causando danos ambientais e econômicos no Nordeste brasileiro onde a *C. madagascariensis* vem provocando a morte da carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) palmeira endêmica e a *P. juliflora* comprometendo a regeneração natural da vegetação nativa da Caatinga (SOUZA *et al.* 2013; ANDRADE 2013).

Diante da importância de conservar espécies nativas e compreender os mecanismos de estabelecimento das plantas invasoras o objetivo deste trabalho é descrever a situação de ocupação bioinvasão e inferir possíveis soluções para o controle das espécies *C. madagascariensis* e *P. juliflora*.

2 | DESCRIÇÃO GERAL DAS ESPÉCIES

***Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decner. (Unha-do-Cão)**

2.1 Descrição botânica e introdução

A família botânica Apocynaceae possui 255 gêneros dentre os quais podemos encontrar o gênero *Cryptostegia* que apresenta as espécies *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decner e a *Cryptostegia grandiflora* Roxb. ex R. Br ambas naturais da ilha de Madagascar no continente africano (VIANA; SANTOS; SIMÕES 2017). As duas espécies se encontram no Brasil sendo majoritária a presença de *C. madagascariensis* e a mais comum em margens de rios e áreas alagadas ou matas ciliares. Sua introdução se deu provavelmente por fins ornamentais e de jardinagem na década de 1940 pelo fato de apresentar uma floração intensa e não precisar de maiores cuidados quanto a ter que irrigá-las. Devido ao seu potencial de gerar muitas sementes voadoras que favorecem a sua dispersão essa espécie ampliou sua área de ocupação e agora atinge diversos estados nordestinos como Ceará Piauí Rio Grande do Norte Pernambuco Bahia e Maranhão. (MEDEIROS *et al.* 2018; ZAPPI *et al.* 2015).

C. madagascariensis possui hábito arbustivo escandente podendo chegar até 3 metros de altura (se não houver uma espécie tutora) e possui um caule cilíndrico envolvente (Figura 1A) podendo atingir alturas de até 30 metros. Em seu caule encontramos lenticelas estruturas especializadas em realizar trocas gasosas (Figura 1B) principalmente em locais periodicamente alagados.

A planta não perde as folhas completamente durante a estação seca formando uma densa copa sempre verde (Figura 2A). As folhas da planta são opostas dísticas e suas inflorescências são cimas dicasiais com flores hermafroditas e de coloração rosa (Figura 2B). Os frutos são do tipo seco deiscente e às sementes comosas onde sua dispersão ocorre pela ação do vento (VIEIRA *et al.* 2004).

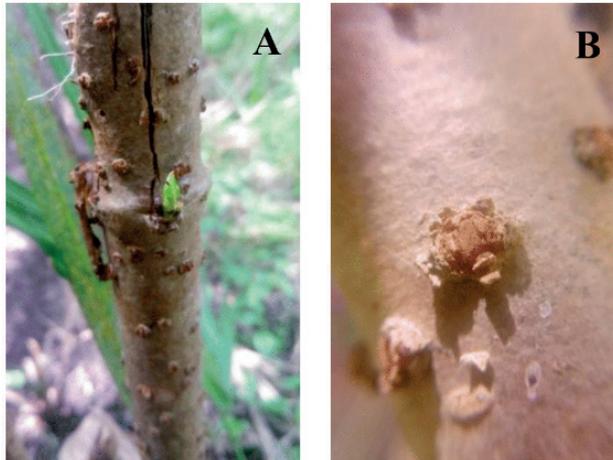


Figura 1. A) Caule cilíndrico da *C. madagascariensis*; B) Lenticelas no caule da planta. Registos realizados no município de Pacatuba - CE.



Figura 2. A) Aspecto da planta (*C. madagascariensis*) em floração B) Flor. Registro realizado no município de Maracanaú - CE.

2.2 Habitat

Seu substrato é terrícola desenvolvendo-se principalmente em áreas alagadas como matas ciliares e regiões de manguezais assim como em regiões com teor salino no solo moderadamente elevados. Se adaptou perfeitamente ao clima semiárido do Nordeste onde predomina a vegetação característica da Caatinga (SOUSA *et al.* 2013; ZAPPI *et al.* 2015) e onde ações antrópicas envolvendo o mau uso do solo e a irrigação tem favorecido sua instalação. Por ser uma espécie resistente a planta consegue se desenvolver em regiões salinizadas e de acordo com o trabalho realizado por Nascimento *et al.* (2020) algumas concentrações salinas são favoráveis a germinação da espécie.

2.3 Problemas causados

A espécie *C. madagascariensis* é uma planta invasora exótica com hábito de trepadeira e que utiliza principalmente a carnaúba (*Copernicia prunifera*) como suporte para seu crescimento. Ela cresce formando densas comunidades sufocando desse modo a planta que a serve de escora da mesma forma desenvolve um maciço sobre a copa de árvores e acaba impedindo a passagem da luz solar levando a morte do vegetal (Figura 3) (MEDEIROS *et al.* 2018).

Ademais a invasora também atrapalha a autorregeneração da Caatinga diminuindo assim a variedade das espécies autóctones do bioma (SOUSA *et al.* 2016) além de produzir um látex abundante vem ameaçando a flora nativa de todo Nordeste brasileiro (COLMENAREZ *et al.* 2018).

A carnaúba fornece uma fonte de renda bastante importante para os agricultores extrativistas. Seu principal valor econômico se centra na extração da cera que cobre suas folhas durante a época seca especialmente as folhas mais jovens conhecida internacionalmente como “cera de Carnaúba” e é extremamente valorizada devido à grande quantidade de usos e aplicações na indústria de cosméticos automobilística dentre outras (Sousa *et al.* 2015).



Figura 3. Espécimes de *Cryptostegia madagascariensis* formando maciços populacionais causando sombreamento sobre carnaubais através de seus ramos trepadores no município de Bela Cruz - CE.

Desse modo a ocorrência da *C. madagascariensis* vem causando prejuízos incalculáveis aos produtores locais que utilizam a carnaubeira como fonte renda (Silva et

al. 2009; Anselmo et al. 2010).

2.4 Métodos de controle

Devido aos grandes impactos negativos provocados pela invasora e oportunista *C. madagascariensis* em todo o Nordeste brasileiro foram implementados alguns métodos de controle para tentar evitar que desse modo o bioma Caatinga não sofra ainda mais com a presença desta espécie.

O principal objetivo da aplicação de métodos de controle a espécies exóticas invasoras é a reparar os danos do ecossistema afetado possibilitando a restauração do ambiente que garantam a presença das espécies nativas. Dentre os métodos utilizados na tentativa de controlar a espécie os mais usuais foram os métodos físicos químicos e biológicos para verificar quais eram os mais efetivos no combate a espécie exótica levando em consideração o custo-benefício e às condições ambientais do local (LEÃO *et al.* 2011; DECHOUM 2009).

Bonilla (2015) ao realizar testes com alternativas de controle para a bioinvasora *C. madagascariensis* utilizou os seguintes métodos físico-químicos: corte corte com destoca corte e aplicação de herbicida Tordon e corte com aplicação de óleo queimado. O método mais efetivo segundo o autor no controle da unha-do-cão é o corte com destoca porém o autor revela que um dos pontos negativos do método é um maior gasto energético ou seja mão de obra humana assim como um maior gasto de tempo dentre os métodos testados.

Segundo estudos realizados por Colmenarez et al. (2018) uma solução para o problema da bioinvasão da *C. madagascariensis* é a introdução de um controle biológico como fungo da ferrugem *Maravalia cryptostegiae* o qual já foi utilizado um isolado do mesmo fungo da ferrugem para controlar uma outra espécie de seringueira na Austrália com isso há um indicador de que esta espécie seja tão eficaz quanto a que já foi usada anteriormente. Este método de biocontrole se mostra seguro uma vez que utiliza inimigos naturais que atingem apenas o vegetal alvo além de possuir um baixo custo.

3 | *PROSOPIS JULIFLORA* (SW.) DC. (ALGAROBEIRA OU ALGAROBA)

3.1 Descrição botânica e introdução

A algaroba é uma Fabaceae pertencente a subfamília Mimosoidae do gênero *Prosopis* que possui mais de 40 espécies sendo uma dessas a *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. natural no México América Central e no norte da América do Sul. Foi inserida no Brasil devido ao seu potencial forrageiro e para utilização de sua madeira sendo cultivada prioritariamente na região nordeste. Essa espécie foi introduzida inicialmente em 1942 em Pernambuco e sua propagação para outros estados aconteceu principalmente através do plantio e regeneração natural (RIBASKI *et al.* 2009).

Os indivíduos dessa espécie são geralmente espinhosos atingindo alturas de 6 a

15 m com tronco ramificado com diâmetro à altura do peito (DAP) variando de 40 a 80 cm e copa com 8 a 12 m de diâmetro (Figura 4A). Folhas recompostas com folíolos pequenos e oblongos. As flores (Figura 4B) são pequenas actinomorfas hermafroditas de coloração branco-esverdeada tornando-se amarela com a idade em geral sua floração acontece em dois períodos sendo o principal de setembro a novembro e o outro de abril a julho de acordo Ribaski *et al.* (2009). Os frutos (Figura 4C) são indeiscentes com endocarpo dividido em compartimentos contendo uma semente em cada ovoides achatadas duras amarronzadas. A dispersão de suas sementes acontece principalmente devido a alimentação do gado pois suas sementes possuem dormência tegumentar necessitando de agente de escarificação nesse caso essa passagem pelo trato digestivo principalmente de caprinos proporciona uma maior facilidade de germinação.

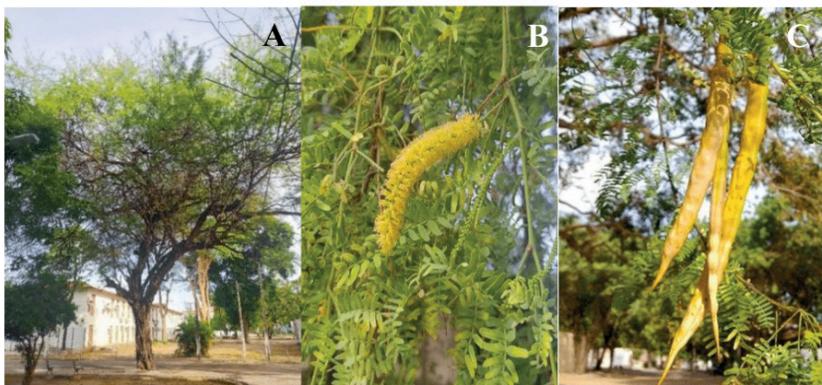


Figura 4. A) Espécime adulto de *Prosopis juliflora*; B) Inflorescência em formato de espiga da *P. Juliflora*; C) Frutos secos e indeiscente registros realizados no Campus do Itaperi – UECE em Fortaleza - CE.

3.2 Habitat

As condições climáticas do nordeste brasileiro não ofereceram nenhuma dificuldade para a *P. juliflora* visto que mesmo com a potencial hídrico do solo reduzido a planta manteve pleno desenvolvimento (ANDRADE *et al.* 2009). A espécie demonstra preferência por Neossolos Flúvicos as baixadas sedimentares e as manchas de solos mais profundos sendo estas áreas de relevante interesse social e ambiental para a caatinga. A *P. juliflora* é considerada como lenha de pobre devido a seu crescimento rápido e sua alta capacidade de desenvolvimento em áreas degradadas como terras erodidas solos holomórficos e solos alcalinos (MALIWAL 1999). Ashutosh Sharma *et al.* (2002) observou que o crescimento de *P. juliflora* não é afetado de forma negativa pela salinidade sendo assim considerada uma halotolerante.

3.3 Problemas causados

A *P. juliflora* é entendida como uma bioinvasora de climas áridos e semiáridos e devido ao seu uso forrageiro a dispersão de suas sementes ocorre com maior facilidade além disso as folhas dessa planta apresentam ação alelopática (SHIFERAW et al. 2004) impedindo assim a germinação de sementes e o desenvolvimento de mudas de espécies nativas comprometendo a regeneração de árvores e plantas herbáceas e diminuindo a biodiversidade de espécies arbóreas e arbustivas autóctones. Relatos no Nordeste revelam que a planta se instala em solos de aluvião próximo aos cursos de água ou onde há água subterrânea a grande profundidade. Por meio de suas raízes a água é levada até as folhas onde é liberada para a atmosfera por gutação exaurindo rapidamente os mananciais. Isto se torna um problema nas regiões onde há escassez de água para consumo humano ou outras atividades humanas.

3.4 Métodos de Controle

Por causa dos impactos causados pelo crescimento populacional da *P. juliflora* métodos de controle foram levados à prática para impedir que a situação continue se agravando. Então métodos foram analisados em busca de sua melhor eficácia e viabilidade econômica. Para Gonçalves et al. (2015) o qual em sua pesquisa utilizou técnicas mecânico-químico para controle populacional apenas os métodos mecânicos não eram tão eficazes pois a bioinvasora rebrotava e dentre essas táticas as que eram aplicadas fogo herbicida e/ou óleo lubrificante demonstraram melhor eficiência sendo a com fogo e herbicida mais eficaz e a com óleo mais economicamente viável. Visto que uma das maneiras de dispersão das sementes de *P. juliflora* é pela excreção da semente pelos caprinos uma solução seria o processamento prévio das sementes (RIBASKI et al. 2009).

Segundo Dendy e Credland (1991) os Carunchos são insetos dos Coleopteros que pertencem a família *Bruchidae* os quais são considerados pragas para sementes armazenadas de feijão e que para a Algaroba poderiam servir de controle biológico (RIBASKI et al. 2009).

Cowie (2004) concluiu que para a conservação da biodiversidade existe três etapas que devem ser realizadas: (1) Produção de conteúdo científico sobre as espécies localizadas na região estudada; (2) Gerenciar estes dados; (3) Aplicação em um ambiente sociopolítico. Estas etapas podem ser aplicadas também para o controle da bioinvasão de *P. juliflora* mas para que tanto a conservação da biodiversidade como o controle da Algaroba seja eficaz e próspero o principal obstáculo é a sociedade por esse motivo é necessário que o conhecimento científico alcance a sociedade tanto local quanto regional.

A educação ambiental é capaz mostrar espécies nativas que podem servir para os mesmos fins que a *P. juliflora* que para Lacerda et al. (2015) a Jitirana (*Merremia Aegyptia* (L.) Urb.) tem potencial forrageiro e o Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) é

usado para produção de madeira (apesar de possuir somente 1 3% do terreno brasileiro de plantação) (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO 2010) assim promovendo a conservação da biodiversidade nativa e impedindo a proliferação da Algaroba.

4 I COMO EVITAR A INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS

Devido a problemática mundial causada pela implantação de espécies exóticas nos ecossistemas estratégias tiveram que ser elaboradas para lidar com essas espécies onde primeiramente ocorre a detecção da invasão para depois haver o controle ou erradicação da espécie.

O Princípio da Precaução afirma que sempre que houver dúvidas de que as plantas exóticas trarão danos ou não ao novo ambiente no qual será inserida deve-se assumir que consequências indesejáveis poderão surgir (CDB 2010)

Em 21 de outubro de 2009 foi aprovada a Estratégia Nacional sobre Espécies Exóticas Invasoras com o intuito de prevenir e mitigar os impactos negativos causados pelas espécies exóticas invasoras tais impactos que comprometem a economia e os biomas nativos do Brasil (BRASIL 2009).

Segundo Leão *et al.* (2011) é necessário um planejamento para a criação de medidas preventivas de erradicação e controle de espécies exóticas invasoras. Essas medidas devem ser articuladas por meio de cooperação entre órgãos governamentais envolvendo as esferas federais estaduais municipais assim como a sociedade civil. O autor continua exemplificando cinco medidas de prevenção de inserção e controle de espécies exóticas:

“(a) Prevenir a entrada de novos organismos potencialmente perigosos (tanto por meio de introduções intencionais legais ou ilegais quanto de introduções acidentais via água de lastro de navios por exemplo); (b) Criar um programa permanente de controle e manejo de espécies exóticas invasoras já estabelecidas e também das recém-detectadas com destaque para as Unidades de Conservação; (c) Desenvolver programas e atividades de educação informação e sensibilização públicas; (d) Criar um arcabouço legal que normatize as ações propostas nos mais diversos níveis incluindo a regulamentação de atividades econômicas baseadas no cultivo na produção e/ou na comercialização de espécies exóticas invasoras; (e) Desenvolver capacidade técnica e estrutura institucional necessárias ao planejamento e à implementação das ações.”

CONCLUSÃO

Com a análise dos trabalhos publicados foi possível inferir que a bioinvasão é uma grande causa da perda da biodiversidade nativa e dessa forma é necessário meios de controle mais efetivos para impedir que o impacto continue a exemplo do controle com agentes biológicos. O método de controle mais eficaz reportado até o momento para a

espécie *C. madagascariensis* é o de corte com destoca enquanto para a *P. juliflora* seria o método de aplicação de óleo herbicida e fogo. Porém definitivamente o método mais eficaz para evitar a bioinvasão seria a educação ambiental.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE L. A. *et al.* Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no estado do Rio Grande do Norte Brasil. **Acta Botânica Brasileira** São Paulo v. 23 p. 935-943 2009.
- ANDRADE L.A. **Plantas Invasoras**: espécies vegetais exóticas invasoras da caatinga e ecossistemas associados. Areia: CCA/UFPB 2013. 100p.
- ANSELMO G.C *et al* (2010) Estudo de fitoinvasores cearenses. **62ª reunião anual da SBPC** Ciências do Mar: herança para o futuro 1(1): 2176–1221.
- ASHUTOSH S. KUKADIA M. U. AND UPADHYAYA S. D. 2002 Effects of salinity levels on visual symptoms of Agroforestry tree species. **Indian Journal of Agroforestry** 4:75-78.
- BONILLA O. H. ESTRATÉGIA DE CONTROLE E MANEJO DA BIOINVASÃO DE *Cryptostegia madagascariensis* BOJER EX DECNE. (PERIPLOCOIDEAE APOCYNACEAE) NAS MATAS DE CARNAÚBA DO ESTADO DO CEARÁ. Fortaleza: **ADECE** 2015. 63 p.
- BONILLA O. H.; MAJOR I. Visitantes Perigosos. **Ciência Hoje**: Mudanças climáticas epidemias genocídios... O fim do mundo? [S.l.] v. 38 n. 224 p. 42-44 mar. 2006
- BRASIL. Ministério do meio ambiente secretaria de biodiversidade e florestas comissão nacional de biodiversidade. A estratégia nacional sobre espécies exóticas invasoras. Brasília: **CONABIO** 2009. 2 p.
- CDB. **Panorama da Biodiversidade Global 3**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente Secretaria de Biodiversidade e Florestas (MMA) 2010
- COLMENAREZ Y. *et al.* **Managing invasive Madagascar rubbervine in Brazil**. 2018. Disponível em: <<https://www.cabi.org/projects/project/46620>>. Acesso em: 12 ago. 2019.
- COWIE R.H. (2004). Disappearing snails and alien invasions: the biodiversity/conservation interface in the Pacific. **J Conchol** (Special Publication) 3:23–37
- DECHOUM M. S. Métodos e técnicas de erradicação e controle de espécies exóticas invasoras aplicáveis em unidades de conservação: as melhores práticas. **Cbcu** [s. l.] v. 2 n. 7 p.1-9 jan. 2009.
- DENDY J.; CREDLAND P. F. Development fecundity and egg dispersion of *Zabrotes subfasciatus*. **Entomologia Experimentalis Et Applicata** [s.l.] v. 59 n. 1 p.9-17 abr. 1991. Wiley.
- FABRICANTE J. R; OLIVEIRA M. N. A; SIQUEIRA FILHO J. A. Aspectos da ecologia de *Calotropis procera* (Apocynaceae) em uma área de Caatinga alterada pelas obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco em Mauriti CE. **Rodriguésia** [s.l.] v. 64 n. 3 p.647-654 set. 2013. FapUNIFESP (SciELO).

GONÇALVES G. S. *et al.* MÉTODOS DE CONTROLE DE *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (FABACEAE) EM ÁREAS INVADIDAS NO SEMIÁRIDO DO BRASIL. **Ciência Florestal** [s.l.] v. 25 n. 3 p.645-653 30 set. 2015. Universidade Federal de Santa Maria.

LEÃO T. C. C. *et al.* **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil**: contextualização manejo e Políticas Públicas. Recife: Cepan 2011. 99 p.

MALIWAL G. L. 1999 Reclamation of saline and sodic soils through *Prosopis juliflora*. **Indian Journal of Forestry** **22**: 132-135.

MATOS S. M. D.; PIVELLO R.V. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres – alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura** v.61 n.1 São Paulo 2009.

MEDEIROS J. S. *et al.* Invasão biológica por *Cryptostegia madagascariensis*: uma abordagem voltada para estresses abióticos. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza** [s.l.] v. 2 n. 1 p.36-47 6 jun. 2018. Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza.

MORO M. F. *et al.* Alienígenas na sala: o que fazer com espécies exóticas em trabalhos de taxonomia florística e fitossociologia? **Acta Botânica Brasileira** [s.l.] v. 26 n. 4 p.991-999 dez. 2012. FapUNIFESP (SciELO).

MORO M. F.; WESTERKAMP C.; MARTINS F. R. Naturalization and potential impact of the exotic tree *Azadirachta indica* A.Juss. in Northeastern Brazil. **Check List** [s.l.] v. 9 n. 1 p.153-156 1 mar. 2013. Pensoft Publishers.

NASCIMENTO S. F. *et al.* Efeito Salino na Germinação de Sementes de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. In: TULLIO L. (org.). **Desenvolvimento de Pesquisa Científica na Agricultura Irrigada**. Ponta Grossa: Atena 2020. Cap. 11. p. 88-93.

RIBASKI J. *et al.* Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de uso múltiplo para a região Semiárida Brasileira. EMBRAPA Colombo 2009. (Comunicado técnico 240).

SHIFERAW H. *et al.* Some biological characteristics that foster the invasion of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. at Middle Awash Rift Valley Area north-eastern Ethiopia. **Journal Of Arid Environments** [s.l.] v. 58 n. 2 p.135-154 jul. 2004. Elsevier BV.

SILVA S.M.; CAVALCANTE A.M.B. (2009) Impactos Ambientais e Descrição Morfológica Comparada de Duas Espécies Fitoinvasoras (*Cryptostegia grandiflora* e *C. madagascariensis*) no Estado do Ceará. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil** São Lourenço-MG.

SOUSA F.Q. ANDRADE L.A. & XAVIER K.R.F. (2016) *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.: impactos sobre a regeneração natural em fragmentos de caatinga. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 11(1): 39–45. doi: 10.5039/agraria.v11i1a5357

SOUSA L. A. *et al.* (2013) Crescimento da fito invasora *Cryptostegia madagascariensis* submetida a estresse salino. Recife: **I CONICBIO II CONABIO VI SIMCBIO**. Volume 2. 11 p. 2013

SOUZA T. A. F. *et al.* Biological Invasion Influences the Outcome of Plant-Soil Feedback in the Invasive Plant Species from the Brazilian Semi-arid. **Microbial Ecology** [s.l.] v. 76 n. 1 p.102-112 30 maio 2017. Springer Nature.

VIANA S. S.; SANTOS J. U. M.; SIMÕES A. O. Diversidade taxonômica de Apocynaceae na ilha do Marajó PA Brasil. **Rodriguésia** [s.l.] v. 68 n. 2 p.623-652 jun. 2017. FapUNIFESP (SciELO).

VIEIRA M. F. *et al.* Biologia reprodutiva de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. (Periplocoideae Apocynaceae) espécie ornamental e exótica no Brasil. **Bragantia** [s.l.] v. 63 n. 3 p.325-334 dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO).

ZAPPI D. C. *et al.* Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. **Rodriguésia** [s.l.] v. 66 n. 4 p.1085-1113 2015. FapUNIFESP (SciELO).

CAPÍTULO 11

MEDIAÇÃO NO ENSINO E SENSIBILIZAÇÃO EM TEMPOS DE CRISE: RELATO DE EXPERIÊNCIA NO PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA – PIBID

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 06/11/2020

Andreza Aquino Pereira

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/1545294933974155>

Karolina Felizardo dos Santos

Universidade Regional do Cariri – URCA
Jardim – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/0683244361891571>

Antônio Maxuel Lima da Silva

Universidade Regional do Cariri – URCA
Caririaguá – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/7545595911617562>

Ednalva da Silva Santos

Universidade Regional do Cariri – URCA
Mauriti – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/2352341503547963>

Dayana Menezes dos Santos

Universidade Regional do Cariri – URCA
Mauriti – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/3089870039685114>

Vanda Lúcia Roseno Batista

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/1532340864416984>

Francisco Walison dos Santos Machi

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato – Ceará
<http://lattes.cnpq.br/5837746522931293>

RESUMO: O trabalho aborda duas experiências vivenciadas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à docência – PIBID. A pesquisa analisou durante duas aulas com conteúdos diferentes e turmas distintas o quanto o ato de mediar e de sensibilizar os alunos acerca dos conteúdos abordados em biologia contribuem para uma aprendizagem significativa. Foi realizada uma leitura bibliográfica sobre autores da educação em especial o Paulo Freire e a Jussara Hoffmann assim como observações na forma da condução do ensino aplicado pelos (as) bolsistas-PIBID. Observou-se que ao estudar juntamente com os alunos identificando que tanto o professor quanto o educando são aprendizes e que o aluno é o centro da aprendizagem foi possível perceber através deles a interação e a curiosidade sobre os assuntos discutidos enxergando como um agente social e não como uma estatística. Durante a discussão entre alunos e bolsistas era notória a compreensão dos discentes sobre o que estava sendo explicado visto que os alunos foram instigados a pensar criticamente sobre cada um dos assuntos. Conclui-se que os educandos podem ser avaliados a partir de outras perspectivas e que a aprendizagem é significativa quando toca no contexto do aluno fazendo com que eles se sintam parte da realidade explicada. O professor como sujeito mediador e agente de inclusão no processo de aprendizagem é um ser transformador já que cativa o interesse dos alunos no momento que também se insere como aprendiz sempre seguindo sua posição de mediador do conhecimento e capaz de formar inquietação e curiosidade nos seus educandos.

PALAVRAS - CHAVE: Mediador. Aprendizagem. Ensino.

EDUCATION MEDIATION AND AWARENESS IN TIMES OF CRISIS: REPORT OF EXPERIENCE IN PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA - PIBID

ABSTRACT:The work addresses two experiences lived in the Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à docência - PIBID. The research analyzed during two classes with different subjects and distinct classes how the act of mediating and sensitizing the students about the contents approached in biology contribute to a significant learning. A bibliographic reading was realized on authors of education especially Paulo Freire and Jussara Hoffmann as well as observations on the way of conducting the teaching applied by the scholarship holders - PIBID was carried out. It was observed that by studying together with the students identifying that both the teacher and the student are learners and that the student is the center of learning it was possible to perceive through them the interaction and curiosity about the subjects discussed seeing him as a social agent and not as a statistic. During the discussion between students and scholarship holders it was notorious the understanding of the students about what was being explained since the students were instigated to think critically about each one of the subjects. It was concluded that students can be evaluated from other perspectives and that learning is significant when it touches the context of the student making them feel part of the reality explained. The teacher as a mediating subject and agent of inclusion in the learning process is a transforming being since it captivates the interest of the students in the moment that it is also inserted as a learner always following its position as mediator of knowledge and capable of forming restlessness and curiosity in its students.

KEYWORDS: Mediador. Learning. Teaching.

1 | INTRODUÇÃO

A educação escolar brasileira vem se transformando ao longo das gerações e hoje sabemos que os educandos são os principais agentes de transformação uma vez que são eles os responsáveis por dar continuidade aos ensinamentos vivenciados na escola. Como educadores temos o objetivo de colocar os estudantes no centro do processo ensino/aprendizagem lembrando que o papel do professor é de mediador/orientador e não mais o ditador chefe ou líder.

Neste contexto uma das tarefas mais complicadas dentro do processo educacional é verificar e avaliar o grau de saberes construídos pelos discentes. Para muitos pais e professores a avaliação classificatória baseada em notas obtidas através de provas exames ou testes escritos que objetiva fornecer um resultado medível seria então a melhor saída além de ser o método mais fácil e rápido de verificação da aprendizagem.

Nesse sentido discordando da realidade mencionada acima a autora Hoffmann (2009) afirma que todo esse processo avaliativo é pouco eficiente não garante a melhoria na qualidade do ensino uma vez que não é eficaz no apontamento de falhas no processo de aprendizagem em que se refere ao estudante ou as práticas metodológicas do professor.

Além de discriminar e selecionar reforça a ideia de uma instituição para poucos. Sabemos hoje que os educandos possuem também processos de aprendizagens individualizados com habilidades e competências distintas que não podem ser notados em uma simples avaliação classificatória.

Segundo Santos (2011) a avaliação deve servir como ferramenta de observar os possíveis erros e acertos tanto do aluno como do professor dando-os a capacidade de procurar novos caminhos para que desenvolvam suas competências e habilidades uma forma de aproximar os laços entre docente e discente. Também é uma forma de ajudar os estudantes a superar obstáculos dando-lhes o poder de crescer e não apenas quantificar seus saberes e atribuir notas a fim de verificar supostos saberes que deveriam ter aprendido.

Uma das propostas de avaliação para os aprendizes é a avaliação mediadora para Hoffmann (2009) essa forma exige do docente a maior aproximação do aluno prestar mais atenção conhecer suas habilidades e competências ouvir seus argumentos e ideias sobre os temas propor-lhe questões novas e apresentar desafios em prol de garantir maior autonomia moral e intelectual.

Vivemos em uma era marcada por infinitudes de fontes de informação onde podemos aprender em qualquer momento e a qualquer hora em coletivo e individual o professor no dever de orientador deve planejar todo o percurso para obter benefícios para a educação.

A proposta também abre portas e oportunidade de discussão entre alunos a partir de algumas situações desencadeadas em sala de aula ao invés do professor apenas propor tarefas e dizer o que é certo ou errado e atribuir nota posteriormente. Neste sentido se torna mais “coerente” ao comentar sobre as tarefas dos estudantes e oferecer aos discentes o direito de descobrir caminhos para evoluir aprendendo desta forma com os erros e acertos.

Nessa perspectiva o conhecimento deve ser construído juntamente com os alunos e eles devem ser ativos trabalhar emoções com motivação sendo autores de suas obras descobertas sendo dever do docente mostrar caminhos confiáveis apresentar matérias e fontes de estudo tirar dúvidas e instigar a curiosidade.

Definindo assim de acordo com a proposta de Hoffmann (2009) o papel do estudante e do professor no processo de aprendizagem: os estudantes devem ser instigados provocados devem ser protagonistas e ativos em sua aprendizagem tendo o professor a tarefa de mediar o ensino propor caminhos e oferecer condições para que os mesmos desenvolvam suas potencialidades. Ressalta-se também o modo como ambos se relacionam pois quando a relação professor/aluno é prazerosa essa também se reflete de forma positiva na aprendizagem.

O caminho para aprender de forma significativa e com qualidade envolve uma série de questões sociais culturais políticas enfatizando para a comunidade escolar que aprender não é só memorizar textos e transcrevê-los aprender é transcender as quatro

paredes da sala de aula. Logo os alunos que memorizam tarefas e deveres para serem aprovados em exames provas e testes para agradar o professor apenas transcrevendo saberes e não refletindo de forma crítica o que realmente estudaram podem não estar aprendendo como “manda o figurino” ou seja sua aprendizagem pode está comprometida.

Segundo Oliveira (2014) a escola é considerada o espaço onde ocorrem as intervenções pedagógicas precisando que o professor atue como mediador no processo de ensino para a formação do aluno estabelecendo um diálogo com objetivo de adequar o conhecimento e difundir no contexto escolar práticas sociais. Podendo assim dar ênfase a famosa citação do Freire (1996): “ensinar não é transferir conhecimento mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”.

O presente trabalho foi realizado na escola E.E.M.T.I. Wilson Gonçalves de ensino médio em tempo integral no município do Crato-CE em parceria com alunos do Programa Institucional de Iniciação à Docência- PIBID subprojeto Biologia com objetivo de relatar o papel da mediação e sensibilização do ensino de biologia fazendo uma análise sobre a importância do professor enquanto mediador do conhecimento no processo de ensino aprendizagem destes alunos.

2 | METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada na E.E.M.T.I Wilson Gonçalves - Escola de Ensino Médio em Tempo Integral localizada no município de Crato-CE em meados de outubro de 2019 através do PIBID. Para a realização dessa houve o auxílio da professora supervisora do programa na escola que propôs a atividades em salas do segundo e terceiro ano do ensino médio.

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi de cunho qualitativo e exploratório onde para Vieira e Zouain (2005) a pesquisa qualitativa tem sua importância devido os depoimentos dos atores sociais envolvidos ao que é dito por eles e aos significados atribuídos enquanto a pesquisa exploratória segundo Franco e Dantas (2017) é a etapa inicial de um estudo mais detalhado usado comumente em pesquisas onde o tema tem poucas investigações onde se deseja ter uma visão ampla sobre determinados fatos.

Durante duas aulas com as diferentes turmas buscamos analisar acerca do ato de mediar e sensibilizar os alunos com os conteúdos abordados em biologia visando estudar com os alunos identificando que educador e educando são aprendizes e que o aluno é o centro da aprendizagem.

A professora supervisora solicitou a realização de uma atividade em sala para esses alunos sendo o 2º ano um estudo sobre anfíbios no laboratório de informática e o 3º uma preparação para um seminário com temas direcionados ao meio ambiente. A partir disso enquanto bolsistas nos colocamos a disposição para orientar questionar e aprender em conjunto com os alunos trazendo desse modo uma reflexão sobre o que é ser professor/

educador.

Solicitada a orientação foi posto em prática a mediação e sensibilização do ensino onde de acordo com o dicionário Houaiss da língua Portuguesa sensibilizar significa “tornar (-se) sensível a.: [...] tornar receptivo a emoções; ligar por ato solidário [...] impressionar vivamente: atrair a atenção de (alguém ou algo) para suscitar reação de certa amplitude e certa duração; emocionar tocar” (HAUAISS 2009 p. 1729).

A sensibilização ocorreu quando com uma das equipes do 3º ano em especial adentradas no tema destruição da biodiversidade para preparação do seminário nos colocamos a questiona-la sobre suas atitudes para com o meio ambiente usando exemplos de destruição como um fato de uma tartaruga com um canudo de plástico dentro do seu nariz. Instigamos a equipe a refletir sobre essas dores sobre o quanto podemos a partir de atitudes simples mudar essa realidade.

Do mesmo modo ocorreu com uma equipe do 2º ano a mesma não aparentava ter interesse pelo estudo mas sentamos com eles e nos juntamos a leitura do tema “anfíbios” os questionando e sendo questionados (as) construindo o conhecimento coletivamente. Para a construção do referencial teórico foram usadas como principais referências Jussara Hoffmann e Paulo Freire.

3 | REFERENCIAL TEÓRICO

Diante do contexto educacional colocado em prática no Brasil percebe-se a necessidade do que o Paulo Freire aborda em seu livro Pedagogia do oprimido: “Ninguém educa ninguém ninguém educa a si mesmo os homens se educam entre si mediatizados pelo mundo” (FREIRE 1987 p. 29). Desta forma entendemos que a educação necessita sensibilizar tendo em vista a construção do conhecimento através de saberes prévios dos alunos sobre o mundo o sentimento deles diante da construção intelectual através da realidade que estão inseridos sendo o professor não o detentor do conhecimento mas alguém que constrói de maneira coletiva observando as características sociais e reais dos seus educandos.

Segundo a Jussara Hoffmann (2019) em seu livro “Avaliação: Mito e Desafio” a mesma cita a definição de avaliação através de uma outra professora em que a define como: “Conjuntos de sentenças irrevogáveis de juízes inflexíveis em sua grande maioria culpados”. Com isso há o questionamento do que seria a crise na educação deixando a injusta visão da educação como uma corrente de estatística onde o aluno é visto como um réu na maioria das vezes culpados. O que significa dizer que a condenação deles metaforicamente seria a sua conclusão como sendo um fator numérico.

É a partir desse contexto que entramos no ideal do que é o papel do professor e o quanto o processo de mediação é essencial para a formação de agentes protagonistas sociais uma vez que ele não se configura no papel de transferir conhecimento para

memorização mas para a formação moral e crítica do educando.

“O educador democrático não pode negar-se o dever de na sua prática docente reforçar a capacidade crítica do educando sua curiosidade sua insubmissão. Uma de suas tarefas primordiais é trabalhar com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se “aproximar” dos objetos cognoscíveis. E esta rigorosidade metódica não tem nada que ver com o discurso “bancário” meramente transferidor do perfil do objeto ou do conteúdo. É exatamente neste sentido que ensinar não se esgota no “tratamento” do objeto ou do conteúdo superficialmente feito mas se alonga à produção das condições em que aprender criticamente é possível. E essas condições implicam ou exigem a presença de educadores e de educandos criadores instigadores inquietos rigorosamente curiosos humildes e persistentes. Faz parte das condições em que aprender criticamente é possível a pressuposição por parte dos educandos de que o educador já teve ou continua tendo experiência da produção de certos saberes e que estes não podem a eles os educandos ser simplesmente transferidos. Pelo contrário nas condições de verdadeira aprendizagem os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado ao lado do educador igualmente sujeito do processo. Só assim podemos falar realmente de saber ensinado em que o objeto ensinado é apreendido na sua razão de ser e portanto aprendido pelos educandos.” (FREIRE 1996. Pág. 13.).

É por isso também que Freire (1996) se preocupa em afirmar que “ensinar não é transferir conhecimentos” e que “não há docência sem discência” tendo em vista que ao ensinar o professor também está aprendendo e que ensinar é além de construir conhecimento acrescenta-se que perpassa as fronteiras da escola e que no mundo da educação tanto o professor quanto o educando estão para aprender um com o outro não sendo dessa forma o educando reduzido ao objeto do que tem que aprender e nem o professor o objeto que tem que ensinar mas ambos em processos conjuntos de aprendizagem. Portanto quando o professor entende que ele é um agente aprendiz ele passa a enxergar os educandos como pessoas com quem podem aprender e construir um conhecimento coletivo não com autoritarismo mas a partir da mediação em que o professor instiga e questiona o educando entendendo-se com alguém que desperta a construção do conhecimento e não como alguém que apenas transfere informações.

Mas o que seria esse processo de mediação no contexto do papel do professor? Ao assumir o papel de mediador pedagógico o professor torna-se provocador contraditor facilitador orientador. (...) primeiro o professor faz a leitura do conteúdo apropriando-se dele. Em seguida coloca-o à disposição dos alunos que por sua vez o refazem o reconstroem para si tornando-o seu dando-lhe um novo sentido (GASPARIN 2007 p.113-114).

Nesse contexto pode-se observar através do estudo do Gasparin (2007) que o professor ao mediar provoca um confronto e construção de ideias em seus educandos deixando-os livre para questionar e usarem sua criatividade o professor torna-se um

conhecedor do perfil dos seus alunos e com isso começamos a adentrar novamente na nossa crise de avaliação) por estatística em que se condena os educando como se fossem “réus” abordada por Hoffmann (2019).

Ainda sobre a importância da mediação no ensino Hoffmann (2019) coloca que:

“A prática avaliadora mediadora tem por base a concepção de criança de jovens e adultos como sujeitos do seu próprio desenvolvimento atores e produtores de cultura no contexto de sua realidade social. Seres autônomos intelectual e moralmente (com capacidade e liberdade de tomar suas próprias decisões) críticos e criativos (inventivos descobridores observadores) e participativos (agindo com cooperação e reciprocidade) (HOFFMANN 2019 p. 30.) .

Dessa maneira o Paulo Freire nas citações anteriores critica exatamente o modelo de educação bancária que infelizmente ainda é muito presente no Brasil que pode se categorizar na crise sistemática da educação brasileira com viés tradicional e estatístico aspectos que a Jussara Hoffmann (2019) coloca em suas críticas durante a análise do contexto capitalista.

Essa prática “bancária” seria de acordo com o Freire (1996) o assassinato da criatividade dos educandos sendo apenas os mesmos grandes memorizadores de conteúdo. Sobre as consequências de uma educação voltada apenas para a figura do aluno como sendo uma nota e não a sua avaliação de construção e busca do conhecimento “a medida assume muitas vezes papel absoluto nas decisões de eliminação” (HOFFMANN 2019).

Deste modo é interessante também quando Hoffmann (2019) chama atenção para as consequências que o atual sistema avaliativo pode gerar tanto em crianças como em adolescentes “O abusivo uso das notas e médias serve como um mecanismo privilegiado de competição e seleção nas escolas. Ingenuamente e arbitrariamente obstaculiza-se o projeto de vida de crianças e adolescentes com base em décimos e centésimos” (HOFFMANN 2019 p.71).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista que a pesquisa se constituiu como qualitativa exploratória podemos perceber junto a isso a realidade comparada as bibliografias dos autores referenciados nesse trabalho. Percebemos o quanto os alunos carecem de uma educação voltada para a mediação permitindo que os mesmos construam seus conhecimentos e os reconstruam sempre no processo de aprendizagem.

É pautando sobre esse processo que entendemos a educação como algo além da formação conteudista mas a formação moral crítica e cidadã dos nossos educandos por isso a necessidade desse formato de educação mediadora sensibilizadora e ao mesmo tempo provocativa na prática.

A teoria pode contribuir para a transformação do mundo mas para isso tem que sair de si mesmo e em primeiro lugar tem que ser assimilada pelos que vão ocasionar com atos reais efetivos tal transformação (VASQUEZ 1968 p.206).

Vale salientar bem como Wachowicz (1991) trata o diálogo que ocorre em sala de aula envolve a aprendizagem entre pessoas constituídas de alunos e professores ambos em busca da apropriação do conhecimento. É por isso que este estudo teve a prática da teoria em ação.

Enquanto estudantes de licenciatura é preciso termos a ciência da necessidade de ler autores como a Jussara Hoffmann Paulo Freire e outros que contextualizam o ensino como formação cidadã. Diante disso foi possível observar em duas práticas de mediação do ensino o quanto nossos educandos são capazes de transformar o espaço em que vivem em conjunto com as informações transformadas em conhecimentos basta que lhes sejam conduzidos ao direito de pensar agir criar de maneira autônoma.

Freire (2000) destaca que a prática pedagógica dos educadores é ainda bastante permeada pelo autoritarismo cujo os alunos só têm o direito de resposta sendo essa prática denominada pelo autor de “Pedagogia da resposta” que se caracteriza pelo fato dos educandos não serem permitidos de questionar criticar e muito menos duvidar do professor. Freire (2000) ainda discorre que esse tipo de educação compõe a educação bancária onde a mesma é “puro treino” e transferência de conhecimentos ou seja apenas com o objetivo de memorização do conhecimento como o autor caracteriza sendo “Quase um adestramento”.

Não é à toa que se pararmos para analisar a citação acima e focarmos no contexto pratico do que é educação e da experiência vivenciada nesse trabalho percebemos que os educandos acabam tendo receio de participar e mais preocupante ainda receio de falar e questionar justamente devido ao comum que é a educação tradicional no Brasil e a inserção do modelo autoritário em centralizar a figura do professor como dono e detentor do conhecimento. Quando a educação será de fato libertadora?

É com isso que nas fotos a seguir é possível verificar os nossos educandos em um processo de aprendizagem conjunta com uma das bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à docência-PIBID.



Imagem 01 e 02: Leitura sobre anfíbios no laboratório de informática

Fonte: Arquivos da escola.

Nas imagens acima percebe-se que a educação mediadora está em processo de acontecimento tendo em vista o interesse da bolsista em não transferir o conhecimento mas sim juntar-se aos alunos que até o momento não demonstravam tanto interesse pela atividade para juntos construírem a aprendizagem. Vale salientar que a equipe acima fez parte do 2º ano do ensino médio e que esse trabalho consistiu na divisão das equipes para o estudo dos anfíbios.

Ao sentar e conversar com os alunos percebemos que o ato de questionar e instigá-los a pensar sobre o assunto torna o estudo prazeroso. Acrescenta-se que o estudo dos anfíbios nesse caso não se resumiu a reprodução das suas características mas também a sua importância para o meio ambiente fazendo com que o aluno aproxime o conteúdo junto a sua realidade e vivências atribuindo significado a ele.

Enfatizamos um exemplo próximo como o “jogar sal” nos sapos com o objetivo de mata-lo e que atitudes como essas contribuem para o desequilíbrio ecológico da natureza e das condições ambientais. Percebíamos o quanto esses alunos perguntavam uma vez que a leitura do texto foi lida em conjunto entre bolsistas e estudantes e ficaram bastante curiosos para aprender cada vez mais. Além disso o fato de alguém que eles consideram autoridade está ali junto a eles na construção do conhecimento fez com que estes reconhecessem que a figura do professor é também de um aprendiz.

A partir disso que em seu livro *Pedagogia da Autonomia* Paulo Freire (1996) destaca a diferença entre autoritarismo e autoridade. O professor se configura como uma autoridade tendo em vista sua posição no espaço de educação e sua profissão que não se pode de maneira alguma se confundir com autoritarismo uma vez que ao agir com autoritarismo o professor acaba por “assassinar” a intervenção do educando no espaço educativo.

Nesse sentido Freire (1996) também leva em consideração que o professor é uma autoridade em sala de aula uma vez que toma as decisões orienta atividades estabelece

exercícios cobra o educando e o coletivo. Em contrapartida destaca que muitas vezes a autoridade é confundida com autoritarismo assim como licença é confundida com liberdade.

A segunda experiência foi bastante intensa tendo em vista o processo de sensibilização bastante presente nela o ato de emocionar os (as) estudantes e desse modo causar despertar de cidadania.

A turma do 3º ano do ensino médio foi dividida em equipes e a professora supervisora solicitou das bolsistas PIBID para que pudessem orientar e auxiliar os alunos na construção dos seus seminários na área ambiental uma das equipes ficou com o tema “Destruição da Biodiversidade” onde podemos observar na prática o quanto elas se sentiram à vontade para criar e recriar o seu seminário uma vez que o tema as tocou de forma surpreendente e comovendo todos os demais colegas.

Ao orientar durante o auxílio os (as) bolsistas tiveram a oportunidade de questionar a equipe sobre as diversas formas de destruição da biodiversidade presente na natureza entre elas a ação antrópica. Trouxemos exemplos questionamos sobre a utilização de plásticos e consumos em excesso sem a necessidade.

Questionamos sobre ações que as próprias educandas praticavam para contribuir com a preservação do meio ambiente. Citamos além disso inúmeros exemplos de mortes de animais e tragédias que foram causadas pela ação antrópica. A equipe se surpreendia e comunicava durante a mediação exemplos de experiências vivenciadas em relação a destruição da biodiversidade assim como perguntavam muito sobre o assunto.

Inquietavam-se também com a construção do seminário interrogando se poderia fazer de maneira A ou B deixamos livres para cria-lo e livres para nos surpreender durante a apresentação na semana seguinte que seria também avaliada através de uma nota pela professora supervisora do PIBID.

No dia da apresentação a equipe onde algumas eram inseguras para falar ao público sequer tocaram no livro para reproduzir conceitos elas mesmas se apropriaram deles através dos seus estudos trouxeram charges de criticidades vídeos emocionantes como o da tartaruga com o canudo de plástico no nariz cujo viralizou mundialmente.

O mais lindo de tudo isso foi a maneira como conduziram como se sentiram tocadas com o tema como a mediação e a sensibilização permitiram a libertação das suas imaginações e por fim a equipe fez uma reflexão autêntica sobre meio ambiente e que comoveu a todos os alunos que estavam presente durante essa apresentação assim como a professora e os bolsistas do programa. Concluíram ressaltando a necessidade delas mesmas mudarem determinados hábitos que só contribuem para a destruição da biodiversidade.

É com isso que podemos citar o Freire (2001) quando ele diz que no espaço de ensino o professor (a) deve estar juntamente aos seus educandos desabrochado para a inquietação e curiosidade dos alunos sendo que se faz necessário que haja uma postura

leve mediadora e sensibilizadora e não rígida.

Para tanto a necessidade do professor chegar até o mundo do educando permitindo que ele crie e recrie seus conhecimentos de acordo também com o contexto em que estão inseridos isso é possível quando o professor em seu papel de mediador e sensibilizador age como o Freire aborda a seguir: “corpo consciente sensível emocionado se abre às adivinhações dos alunos à sua ingenuidade e à sua criticidade – o ensinante que assim atua tem no seu ensinar um momento rico de seu aprender” (FREIRE 2001 p. 28).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa aborda a mediação e a sensibilização como grandes formas de avaliar os educandos assim como de promover a construção do conhecimento de maneira contextual próxima a realidade dos alunos e crítica. Os alunos puderam compreender o significado do conteúdo em seus inúmeros cenários biológico social e político.

Vale salientar que buscamos demonstrar o quanto é necessário que os professores e o sistema educacional como um todo entendam que o educando não pode ser avaliado como uma estatística através de uma nota mas sim como o centro da aprendizagem. Não podemos enquanto professores fazer da educação um tribunal que sentencia de acordo com estatísticas sistemáticas de avaliação.

Demonstramos na prática o quanto as teorias de estudiosos como a Jussara Hoffmann e o Paulo Freire são reais quando atribuímos a sua ação nos espaços escolares. A urgência de ser mediador no ensino precisa chegar até o centro do sistema educacional brasileiro e a sensibilização precisa ser praticada para que os estudantes atribuam significado do porquê necessitam aprender sobre o conteúdo exposto. Enquanto não permitimos que os nossos educandos transformem questionem inquietem-se construam e reconstruam seus conhecimentos seremos uma sociedade fracassada e assassina da criatividade e do sendo crítico.

Por fim o professor tem o papel de ser orientador e mediador do ensino precisa articular-se para realizar avaliações a partir da mediação assim como o enxergar da aprendizagem do educando. Quando se tem ciência que também se aprende com o discente compreendemos que somos aprendizes por toda a vida e que os educandos são a nossa maior preocupação na aprendizagem sendo os professores jamais os detentores de conhecimento mas sim parte da construção dele.

Ademais é preciso reivindicar que o sistema que enxerga o aluno como um fator numérico seja transformado e que os educadores compreendam que a educação nunca poderá dar-se alheia ao protagonismo social e formação moral do educando como bem aborda o Paulo Freire.

REFERÊNCIAS

- FRANCO M.V.A.; DANTAS O.M.A.N.A. **Pesquisa Exploratória: Aplicando instrumentos de geração de dados- Observação questionário e entrevistas**. Curitiba: Editora Educere 2017. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25001_13407.pdf>. Acesso em: 01/11/2020.
- FREIRE P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e terra 1996.
- FREIRE P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. São Paulo: Editora UNESP 2000.
- FREIRE P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra 1987 p.29.
- FREIRE P. **Professora sim tia não: cartas a quem ousa ensinar**. São Paulo: Olho d'água 2001
- GASPARIN J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. 4. ed. Campinas SP: Autores Associados 2007. p.113-115.
- HOFMANN J. **Avaliação Mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. Porto Alegre: Mediação 2009
- HOFMANN J. **Avaliação: mito & desafio**. 46.ed- Porto Alegre: Mediação 2019.160 p.
- HOUAISS A.; VILLAR M. S. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva 2009.
- OLIVEIRA W. M. **Uma abordagem sobre o papel do professor no processo ensino/aprendizagem**. Inesul Londrina 2014. p. 01 – 12.
- SANTOS R. A. **Avaliação: instrumento de desenvolvimento pedagógico**. In: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Prograd. **Caderno de Formação: formação de professores didática geral**. São Paulo: Cultura Acadêmica 2011 p. 100-109 v. 9. Disponível em: <<https://acervodigital.unesp.br/bitstream/123456789/586/1/01d15t07.pdf>>. Acesso em: 01 de nov. 2020.
- VASQUEZ A. **Filosofia da Práxis**. Rio de Janeiro: Paz e Terra 1968.
- VIEIRA M. M. F.; ZOUAIN D. M. **Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora FGV 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S14156552007000200013>. Acesso em: 01/11/2020.
- WACHOWICZ L. A. **O método dialético na didática**. Campinas: Papiros 1991.

CAPÍTULO 12

NÍVEIS PROTEICOS DE PEIXE-ZEBRA (*DANIO RERIO*) EXPOSTOS A DUAS FORMULAÇÕES DE HERBICIDA

Data de aceite: 04/02/2021

Taisson Kroth Thomé da Cruz

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Santa Maria - RS Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0171355231560579>

Manoel Francisco Mendes Lassen

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS
Ijuí- RS Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1943752572748165>

Tamiris Rosso Storck

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Santa Maria - RS Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2736836491825424>

Aline Monique Blank do Amaral

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Santa Maria - RS Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6986347498732413>

Dionatan de Pellegrin

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Santa Maria - RS Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8250641652206151>

Vania Lucia Loro

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM
Santa Maria - RS Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6392817606416780>

RESUMO: A rizipiscicultura está surgindo para melhorar a renda dos pequenos produtores de arroz contudo nessas lavouras são utilizados agrotóxicos como o herbicida Clomazone®.

Os possíveis danos que o Clomazone® pode ocasionar nos peixes podem afetar diretamente a qualidade proteica do pescado. Por isso foi analisado os possíveis danos de duas formulações do herbicida Clomazone® e seus efeitos nos níveis proteicos.

PALAVRAS - CHAVE: Proteína Bradford; Agrotóxicos; Gamit360CS® Clomazone® Rizipiscicultura

ABSTRACT: Rhizipisculture is coming up to improve the income of small rice producers however pesticides such as the herbicide Clomazone® are used in these crops. The possible damage that Clomazone® can cause to fish can directly affect the fish protein quality. Therefore were analyzed the possible damage of two formulations of the herbicide Clomazone® and their effects on protein levels.

KEYWORDS: Bradford protein; Pesticides; Gamit360CS® Clomazone® Rhizipisculture.

INTRODUÇÃO

O peixe-zebra (*Danio rerio*) é um peixe de água doce nativo da Ásia e que pertence à família Cyprinidae. Este organismo é amplamente utilizado como organismo experimental por ser considerado um organismo seguro e eficaz para testes de toxicologia de agrotóxicos Egan et al. 2009; Nunes et al. 2018).

Países como a China utilizam sistemas de cultivo chamados de rizipiscicultura (cultivo do arroz associado ao cultivo de peixes) essa técnica de cultivo vem sendo experimentada

em pequenas lavouras de arroz no Sul do Brasil (Marchezan et al. 2006; Clasen et al. 2018). Esse sistema traz uma vantagem para o produtor uma vez que as fezes dos peixes servem como fertilizante os peixes se alimentam de insetos e outras possíveis pragas que possam afetar a lavoura e a agitação da água pelo nado dos peixes auxilia da aeração radicular das plantas aumentando assim a produção em um mesmo campo de cultura em até 8% (Marchezan et al. 2006; Clasen et al. 2018). Essa associação de rizipiscicultura tem a vantagem do aumento da produção porém é sabido que os agrotóxicos utilizados nas lavouras causam danos à saúde dos organismos não alvo expostos direta ou indiretamente seja pelo contato ou pela deriva técnica (Clasen et al. 2008).

O herbicida Clomazone® (princípio ativo) é amplamente utilizado em cultura de arroz vendido com o nome comercial de Gamit360CS® contendo o princípio ativo surfactante e outras substâncias (Pereira et al. 2013). No ano de 2018 o princípio ativo Clomazone® foi o 13º agrotóxico mais vendido no estado do Rio Grande do Sul com 397 58 toneladas e o 16º no Brasil somando o equivalente a 4 54 mil toneladas (IBAMA 2018). A meia vida do Clomazone® é de cerca de 14 dias no solo e em águas de canais de drenagem de lavoura de arroz pode ser encontrado até 120 dias após a aplicação (Mattos et al. 2006; Marchesan et al. 2010). Foram encontrados resquícios de Clomazone® em 90% das amostras de águas coletadas de rios próximos a lavouras de arroz no Rio Grande do Sul (Zanella et al. 2002)

Dentre os efeitos adversos dos agrotóxicos em organismos não alvo estão as alterações nas proteínas. As proteínas são formadas por cadeias de aminoácidos que irão ter alguma função específica em algum órgão/tecido do indivíduo. Que de acordo a carga dos aminoácidos que compõem a base dessa proteína podem interferir na associação a outras proteínas DNA regulação proteica e função proteica uma substituição de aminoácido pode mudar a função da proteína em sua totalidade (Zhou & Xiaodong 2018). Alteração do pH salinidade sais dissolvidos além dos agrotóxicos podem fazer com que as proteínas sofram alterações em sua conformação quaternária acarretando assim em perda de função ou desempenho de uma função diferente da qual foi originalmente produzida (Zhou & Xiaodong 2018). Sendo assim objetivou-se analisar quantitativamente os níveis proteicos em tecido muscular de peixe-zebra a fim de verificar os possíveis efeitos do herbicida Clomazone® sobre a quantidade de proteína muscular desse organismo modelo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 198 animais da espécie *Danio rerio* o peixe-zebra adultos (4-6 meses de idade) do tipo selvagem heterogêneo de ambos os sexos pesando $0.5 \text{ g} \pm 0.1 \text{ g}$ $3.0 \text{ cm} \pm 1.0 \text{ cm}$ adquiridos de loja comercial (Hobby Aquários Santa Maria – RS). Os animais foram aclimatados em tanques de 40 L com água declorada com AquaSafe™ (Tetra VA EUA) aeração constante temperatura controlada ($27^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$) e foto período de

14/10h (claro/escuro). O taque de manutenção permitiu que os animais tivessem contato visual entre si minimizando o estresse do isolamento (Nunes et al. 2017). Os animais foram alimentados com ração floculada Alcon BASCTM (Alcon Brasil) duas vezes ao dia até a saciedade. Após a aclimação os peixes foram acondicionados em aquários de vidro medindo 30 X 15 X 20 cm (comprimento largura e profundidade) com 5 L de água e 18 animais em cada. Os grupos de exposição foram: Controle (CTRL); 0,5 1,0 2,5 5,0 e 10 mg/L⁻¹ de Gamit360CS® (GAM) e 0,5 1,0 2,5 5,0 e 10 mg L⁻¹ de Clomazone® (CLO) por 96 h. Essas concentrações foram determinadas de acordo com Mattos et al. (2006). Após às 96h de exposição os animais foram transferidos para um Becker com 500 mL de água contendo 0,25 g/L⁻¹ de tricaina para anestesia (Wilson et al. 2009) após anestesiados os animais foram eutanasiados por rompimento da medula espinhal. Foi coletado tecido muscular acondicionado em microtubos e armazenados a -80°C para posterior preparo de amostras. Para realizar as amostras foi utilizado 0,05 g de tecido e 1000 µL de tampão Tris-HCl 50 mM pH 7,4 homogeneizados e centrifugados a 3000g por 10 min todas em duplicatas. Esse projeto foi aprovado pela Comissão de Ética em uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria e está registrado sob número: 2298230819.

A determinação da proteína foi pelo método do azul de Coomassie utilizando albumina de soro bovino (BSA) como padrão e a absorbância foi medida a 595 nm de acordo com Bradford (1976).

Para análise estatística foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) de uma via com o pós-teste de Tukey e os resultados foram expressos como média ± desvio padrão. Os resultados foram considerados significativos quando $p \leq 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a exposição dos animais ao herbicida Clomazone® por 96h em suas formulações padrão e comercial nas concentrações de 0,5 1,0 2,5 5,0 e 10,0 mg/L⁻¹ foi observado que houve pequena variação nos níveis proteicos em relação ao controle (Figura 1). Na maior concentração de 10,0 mg/L⁻¹ não houve diferença significativa em relação ao grupo controle. Este achado pode supor um caso de hermeses onde em algumas concentrações causam uma falsa impressão que o contaminante/agente tóxico não causa dano mas uma “melhora” na quantidade de proteínas (Thayer et al. 2005; Gonçalves 2014).

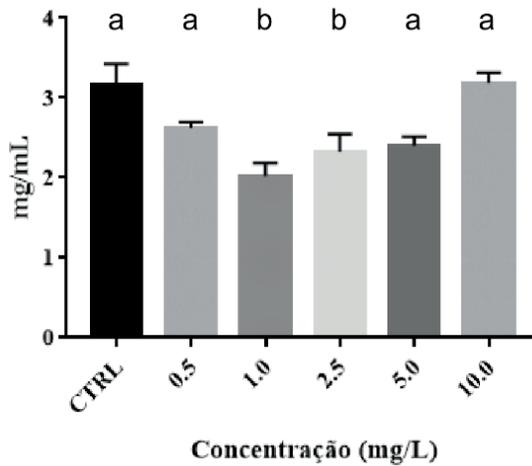


Figura 1. Níveis de proteína muscular de peixes-zebra expostos nas concentrações de 0,5 1 0 2,5 5,0 e 10 mg/L⁻¹ do herbicida Gamit 360CS[®] por 96h. Letras diferentes correspondem a diferença significativa entre os grupos com nível de probabilidade de 95% de significância ($p \leq 0,05$).

Na figura 1 pode-se perceber que os níveis de proteínas apresentam uma diminuição nas menores concentrações com diferença significativa entre o grupo controle e os tratamentos com concentrações 1,0 e 2,5 mg/L⁻¹. Além do que tais concentrações apresentam uma diferença significativa com os tratamentos de maiores concentrações 5,0 e 10,0 mg/L⁻¹ indicando que o Clomazone[®] na sua versão comercial pode apresentar redução proteica do tecido muscular em concentrações mais baixas. Este fato é um problema já que concentrações próximas a estas foram encontradas em amostras de água coletadas em ambientes naturais (ZANELLA et al. 2002). Já os níveis proteicos dos grupos tratados com concentrações mais elevadas (5,0 e 10,0 mg/L⁻¹) apresentaram uma similaridade com o grupo controle o que indica a possível ocorrência de um caso de hermese. Contudo na tentativa de eliminar o contaminante em que foram expostos principalmente nas maiores concentrações podem apresentar uma maior expressão de uma proteína específica (detoxificante) fazendo assim com que nas maiores concentrações apresentem níveis proteicos sem diferença significativa com o controle (Thayer et al. 2005; Dos Santos et al. 2008; Cattaneo et al. 2012; Gonçalves 2014; Birnie-Gauvin et al. 2017).

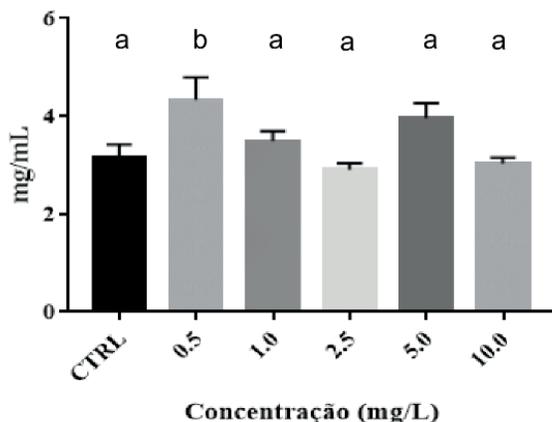


Figura 2. Níveis de proteína muscular de peixes-zebra expostos nas concentrações de 0,5 1 0 2,5 5,0 e 10 mg/L⁻¹ do herbicida Clomazone® (princípio ativo) por 96h. Letras diferentes correspondem a diferença significativa entre os grupos com nível de probabilidade de 95% de significância ($p \leq 0,05$).

Na figura 2 estão dispostos os resultados dos níveis proteicos dos animais expostos ao Clomazone® princípio ativo. É possível observar que apenas a concentração de 0,5 mg/L⁻¹ apresentou diferença significativa entre o grupo controle e os demais grupos. Essa equidade de resultados pode ocorrer devido que o princípio ativo pode ser menos danoso as proteínas pois em sua formulação apresenta-se apenas o princípio ativo sem surfactante e outros compostos presentes na versão comercial (Thayer et al. 2005; Dos Santos et al. 2008; Cattaneo et al. 2012; Gonçalves 2014; Birnie-Gauvin et al 2017).

CONCLUSÃO

Observa-se que após expostos ao herbicida Clomazone® os peixes-zebra apresentaram uma maior alteração nos níveis proteicos quando expostos a sua formulação comercial. Já na sua formulação pura (princípio ativo) houve uma equidade dos resultados.

O aumento das lavouras no sistema rizipiscicultura é uma tendência futura porém cabem ainda mais estudos para analisar os efeitos do Clomazone® e de outros agrotóxicos que são utilizados em lavouras de arroz para poder verificar quais seriam seus efeitos na qualidade do pescado.

AGRADECIMENTOS

Aos programas de incentivo a pesquisa Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelas bolsas concedidas aos colegas do Laboratório de Toxicologia Aquática que auxiliaram na elaboração deste trabalho a professora orientadora pela

orientação e colaboração.

REFERÊNCIAS

Bradford M. M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. **Analytical Biochemistry** v. 72 p. 248 – 254 1976.

Clasen B. Loro V. L. Murussi C. R. Tiecher T. L. Moraes B. Zanella R. Bioaccumulation and oxidative stress caused by pesticides in *Cyprinus carpio* reared in a rice-fish system. **Science of the Total Environment**. v. 626 p. 737 – 743 2018.

Egan R. J. Bergner C. L. Hart P. C. Cachat J. M. Canavello P. R. Elegante M. F. Elkhayat S. I. Bartels B. K. Tien A. K. Tien D. H. Mohnot S. Beeson E. Glasgow E. Amri H. Zukowska Z. Kalueff A. V. Understanding behavioral and physiological phenotypes of stress and anxiety in zebrafish. **Behavioural Brain Research** – 205. P 38 – 44. 2009.

Electrostatic Interactions in Protein Structure Folding Binding and Condensation Huan-Xiang Zhou H-X. Xiaodong P. Electrostatic Interactions in Protein Structure Folding Binding and Condensation. **Chemical Reviews** 118(4) 1691–1741 2018.

Gonçalves A. F. Estresse oxidativo promovendo a longevidade – um conceito de mito-hormese. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional** - ano 14 nº59 2014.

IBAMA Relatório de Comercialização de Agrotóxicos – Vendas por UF. 2018. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>> accessed: 28/julho/2020.

Marchesan I. E. Meneghetti G. S. S. de Avila L. A. Machado I. S. L. O. Zanella R. Primel E. G. Macedo V. R. M. Garcia Marchezan M. G. Resíduos de agrotóxicos na água de rios da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul Brasil. **Ciência Rural**. v. 40 p. 1053-1059 2010.

Marchezan E. Teló G. M. Golombieski J. I. Lopes S. J. Produção intetradada de arroz irrigado e peixes. **Ciência Rural**. v. 36 n. 2 2006.

Mattos M. L. T. Hermes L. C. Peralba M. do C. R. Monitoramento Ambiental do Herbicida Clomazone Formulação Solúvel em Água de Lavoura de Arroz Irrigado. **Embrapa Clima Temperado – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 30. Pelotas – RS 20p 2006.

Mattos M. L. T. Hermes L. C. Peralba M. DO C. R. Monitoramento Ambiental do Herbicida Clomazone Formulação Solúvel em Água de Lavoura de Arroz Irrigado. **Embrapa Clima Temperado – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** 30. Pelotas – RS 20p 2006.

Nunes M. E. M. Müller T. E. Murussi C. do Amaral A. M. B. Gomes J. L. C. Marins A. T. Leitemperger J. Rodrigues C. C. R. Fiuza T. L. Costa M. D. Severo E. S. Rosemberg D. B. Loro V. L. Oxidative effects of the acute exposure to a pesticide mixture of cypermethrin and chlorpyrifos on carp and zebrafish – A comparative study. **Comparative Biochemistry and Physiology-Part C: Toxicology and Pharmacology** v. 206-207 p. 48-53 2018.

Nunes M. E. Müller T. E. Braga m. M. Fontana B. Quadros V. A. Marins A. Rodrigues C. Menezes C. Rosemberg D. B. Loro V. L. Chronic Treatment with Paraquat Induces Brain Injury Changes in Antioxidant Defenses System and Modulates Behavioral Functions in Zebrafish. **Molecular Neurobiology** v. 54 (6) p. 3925-3934 2017.

Pereira L. Fernandes M. N. Martinez C. B. R. Hematological and biochemical alterations in fish *Prochilodus lineatus* caused by the herbicide clomazone. **Environmental Toxicology and Pharmacology** v. 36 p. 1-8 2013.

Thayes K. A. Meinick A. Burns K. Davis D. Huff J. Fundamental Flaws of Hormesis for Public Health Decisions. **Environ Health Perspect.** 2005 Oct; 113(10): 1271–1276.

Wilson J. M. Bunte R. M. Carty A. J. Evaluation of rapid cooling and tricaine methanesulfonate (MS222) as methods of euthanasia in zebrafish (*Danio rerio*) **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science** v. 48 p. 785-789. 2009.

Zanella R. Primel E. G. Machado S. L. O. Gonçalves F. F. Marchezan E. Monitoring of the Herbicide Clomazone in Environmental Water Sample by Solid-phase Extraction and High-performance Liquid Chromatography With Ultraviolet Detection. **Chromatographia** v. 55 p. 573 – 577 2002.

Birnie-Gauvin K. Costantini D. Cooke S. J. Willmore W. G. A comparative and evolutionary approach to oxidative stress in fish: A review. **Fish and Fisheries.** v. 18 p. 928 – 942 2017.

Cattaneo R. Moraes B. S. Loro V. L. Pretto A. Menezes C. Sartori G. M. S. Clasen B. Avila L. A. Marchesan E. Zanella. R. Tissue Biochemical Alterations of *Cyprinus carpio* Exposed to Commercial Herbicide Containing Clomazone Under Rice-Field Conditions **Archives of Environmental Contamination and Toxicology.** v. 62 p. 91 – 106 2012.

CAPÍTULO 13

REGISTROS DE LOBO-MARINHO SUBANTÁRTICO (*ARCTOCEPHALUS TROPICALIS*) NA PORÇÃO CENTRAL DO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO NO PERÍODO ENTRE 1998 E 2007

Data de aceite: 04/02/2021

André Fabiano de Castro Vicente

Centro Paula Sousa Cubatão SP Brasil.
CEEMAM – Centro de Estudos de Mamíferos
Marinhos

Fernando Siqueira Alvarenga

Mineral Engenharia e Meio Ambiente São
Paulo SP Brasil
CEEMAM – Centro de Estudos de Mamíferos
Marinhos

RESUMO: Trinta e um espécimes de lobo-marinho subantártico (*Arctocephalus tropicalis*) foram encontrados na porção central do litoral do Estado de São Paulo na área que cobre as praias de Bertioga (23°50'S 46°05'W) até Peruíbe (24°20'S 47°00'W) no período compreendido entre os meses de junho de 1998 e julho de 2007. Desses 80 60% (n=25) foram machos 9 7% (n=3) foram fêmeas e 9 7% (n=3) não puderam ser sexados. As ocorrências foram entre os meses de junho a outubro nenhuma ocorrência foi observada durante o verão. Um sistema complexo de correntes marinhas parece ter um importante papel na dispersão dos lobos-marinhos-subantárticos que são encontrados na costa Atlântica da América do Sul.

PALAVRAS - CHAVE: pinípedes ecologia litoral lobo Antártica.

SUB-ANTARCTIC SEA WOLF (*ARCTOCEPHALUS TROPICALIS*) RECORDS IN THE CENTRAL PORTION OF THE COAST OF THE STATE OF SÃO PAULO BETWEEN 1998 AND 2007

ABSTRACT: Thirty-one specimens of subantarctic fur seal (*Arctocephalus tropicalis*) were found in the central portion of the coast of the State of São Paulo in the area that covers the beaches of Bertioga (23°50'S 46°05'W) to Peruíbe (24°20'S 47°00'W) in the period between June 1998 and July 2007. Of these 80.60% (n = 25) were males 9.7% (n = 3) were females and 9.7% (n = 3) could not be sexed. The occurrences were between the months of June to October no occurrence was observed during the summer. A complex system of marine currents seems to play an important role in the dispersal of the sea-subantarctic seals found on the Atlantic coast of South America.

KEYWORDS: pinnipedia ecology coast wolf Antarctica.

INTRODUÇÃO

O lobo-marinho subantártico está entre os mais largamente distribuídos com áreas de cria no Atlântico Sul e oceanos Índico e Pacífico. A maioria desses lobos-marinhos dão cria nas ilhas temperadas Gough (Atlântico Sul) e Amsterdam (oceano Índico). Pequenas colônias ocorrem nas proximidades da Convergência Antártica como no grupo de ilhas Marion Prince Edward Macquaire e Crozet. Um pequeno número de animais ocorre ocasionalmente na

ilha Heard. Lobos-marinhos-subantárticos com crias preferem habitat costeiro rochosos enquanto animais sem crias frequentemente deslocam-se para as encostas dessas praias. No Brasil o registro mais setentrional para a espécie encontra-se assinalado para Alagoas. Em alguns anos específicos no inverno são encontrados vários exemplares nas praias do Rio Grande do Sul ao Rio de Janeiro[1].

Tem como característica o peito garganta e face em uma tonalidade pardo-amarelada que se distingue nitidamente do resto do corpo de coloração cinza-escuro prateado ou marrom. O ventre é levemente mais claro que o dorso. Machos apresentam uma mecha de pêlos no alto da cabeça semelhante a um “topete” mais evidente nos adultos. Pelagem dupla característica do gênero[2].

Em função do aumento nos esforços de observação responsável por recuperar um número elevado de exemplares encalhados o fácil acesso a esses exemplares e a logística local a região central do Estado de São Paulo conhecida como Baixada Santista concentra um grande potencial para o desenvolvimento de pesquisas com mamíferos marinhos.



Figura 1: *Arctocephalus tropicalis* (CEEMAM #030) praia do Pernambuco no município de Guarujá-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende as praias de Bertioga (23° 59'S 46° 15'W) até Peruíbe (24° 20'S 47° 00'W) porção central do Litoral do Estado de São Paulo.

Nas praias da Baixada Santista a partir de janeiro de 1997 foi realizado um trabalho de divulgação e conscientização nas comunidades pesqueiras Corpo de Bombeiros Polícia Florestal e Escolas de 1° e 2° graus sobre a importância dos encalhes de mamíferos marinhos através de palestras e distribuição de cartazes e folders. Paralelamente a esse trabalho fora realizada a coleta de informações sobre animais encontrados vivos ou mortos em praias locais avistamentos em águas costeiras.

A identificação dos exemplares foi realizada através de características morfológicas osteológicas craniométricas e padrões de coloração de acordo com o Protocolo de Conduta para encalhes de mamíferos aquáticos [3].

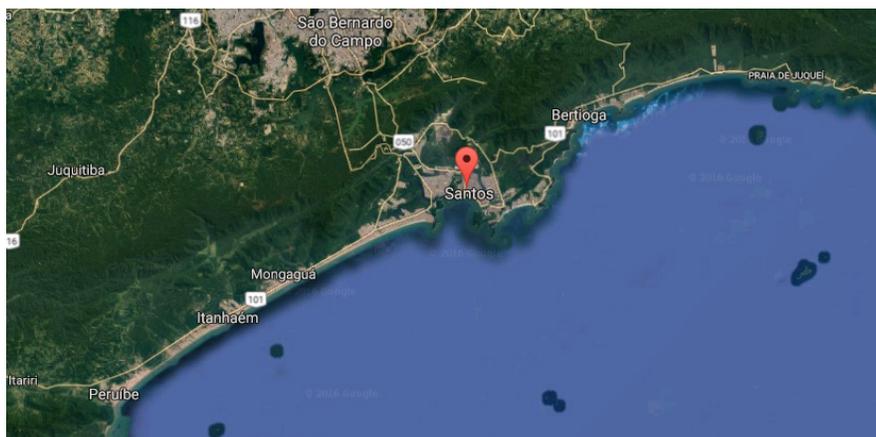


Figura 2: Área estudada.

Fonte: Google Earth

RESULTADOS

Os resultados das ocorrências foram tabelados e analisados conforme gráficos abaixo (Gráficos 01 e 02) totalizando 31 registros da espécie. Todos os materiais osteológicos e biológicos dos animais coletados foram depositados na coleção do CEEMAM - Centro de Estudos de Mamíferos Marinhos com relação ao material osteológico de *Arctocephalus tropicalis* somente 05 (cinco) animais foram coletados a maioria dos animais registrados foram avistagens ou reintroduzidos (n=17).

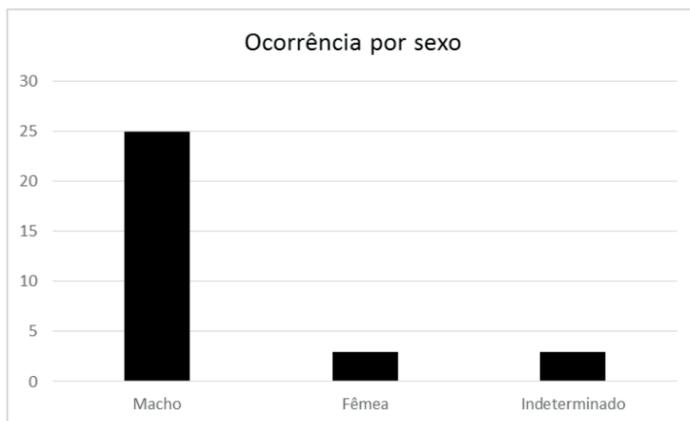


Gráfico 01. Ocorrência por sexo.

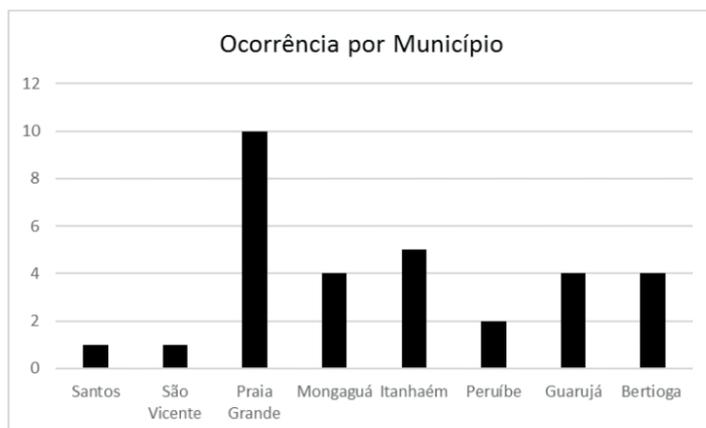


Gráfico 02. Ocorrência por município.

DISCUSSÃO

Os animais em sua maioria foram avistados e/ou reintroduzidos (n=17) 05 (cinco) foram encalhes de animais mortos.

Animais do sexo masculino são maioria com 25 (vinte e cinco) registros e 3 (três) indeterminados devido ao grau de decomposição dos animais.

O município Praia Grande contou com 10 (dez) registros e possui 22km extensão de praia e o município de Guarujá registrando 04 (quatro) animais. A classe de comprimento com mais registros foram os adultos entre 140cm e 170cm que apresentam o peito garganta e face em uma tonalidade pardo-amarelada que se distingui nitidamente do resto do corpo de coloração cinza-escuro prateado ou marrom conforme Protocolo de Conduta para encalhes de mamíferos aquáticos [3] com o total de 21 (vinte e um) animais e registrou-se

3 (três) animais que apresentavam elevado grau de decomposição e não foi diagnosticado a causa da morte.

CONCLUSÕES

As ocorrências de *A. tropicalis* foram entre os meses de junho a outubro nenhuma ocorrência foi observada durante o verão justamente no período do inverno austral. Um sistema complexo de correntes marinhas parece ter um importante papel na dispersão dos lobos-marinhos-subantárticos que são encontrados na costa Atlântica da América do Sul. A região da Baixada Santista tem o perfil para monitoramento de praia com os encalhes de mamíferos marinhos sendo de grande importância para a pesquisa com pinípedes. Atualmente dois grupos monitoram esta área de estudo Instituto Biopesca e Instituto GREMAR.

REFERÊNCIAS

- [1] PINEDO M. C.; Rosas F. C. W. & Marmontel M. (1992). Cetáceos e Pinípedes do Brasil: uma revisão dos registros e guia para identificação das espécies. Manaus: UNEP/FUA. 213p
- [2] JEFFERSON T.A. S. Leatherwood and M.A. Webber FAO species identification guide. Marine mammals of the world. Rome FAO. 1993.320. p. 587 figs.
- [3] LIMA R. P.; CÉSAR F. B. A importância da criação das redes de encalhes de mamíferos aquáticos no Brasil. In: IBAMA. **Protocolo de conduta para encalhes de mamíferos aquáticos: Rede de encalhes de mamíferos aquáticos do Nordeste**. Recife: IBAMA 2005. 298 p.

OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE REAL TIME-PCR PARA ANÁLISE QUANTITATIVA DA EXPRESSÃO DE GENES RELACIONADOS AO CÂNCER DE INTESTINO

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 05/12/2020

Rafaela Ansiliero

Universidade do Oeste de Santa Catarina
Videira - Santa Catarina

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9214-0307>

César Milton Baratto

Universidade do Oeste de Santa Catarina
Videira - Santa Catarina

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1160-0883>

RESUMO: O presente estudo tem como objetivo otimizar a técnica de Real Time-PCR (qPCR) para análise quantitativa da expressão gênica de ratos suplementados com *Lactobacillus* probióticos os quais possuem lesões cancerosas no cólon induzidas por 1 2-dimetilhidrazina (DMH). Foram utilizados *Rattus norvegicus* Wistar com os tratamentos: 1- solução salina; 2 - DMH; 3 - DMH + *Lactobacillus casei*; 4 - DMH + *L. brevis*; 5 - DMH + *L. curvatus*. Após eutanásia o segmento colorretal foi coletado realizando-se extração de RNA síntese de cDNA e otimização da reação de qPCR para os genes GAPDH p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α e FAS utilizando o equipamento QuantStudio 3 com o sistema SYBR Green/Rox. A concentração ideal de primers variou conforme o gene alvo consistindo em 1250nMx1250nM para os genes GAPDH Bcl-2 IL-10 e TNF- α 625nMx1250nM para p53 e FAS. A quantidade

de amostra inicial também variou conforme gene de interesse com 100ng para GAPDH IL-10 e TNF- α 4ng para p53 e 20ng para Bcl-2 e FAS. Foi possível otimizar a técnica de Real Time-PCR no que se refere a concentração de primers e de amostra inicial para os genes GAPDH p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α e FAS.

PALAVRAS-CHAVE: Lactobacilos. Probióticos. Câncer colorretal. qPCR. DMH.

OPTIMIZATION OF THE REAL TIME-PCR TECHNIQUE FOR QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE EXPRESSION OF GENES RELATED TO BOWEL CANCER

ABSTRACT: The aim of the present study is to optimize the Real Time-PCR (qPCR) technique for quantitative analysis of rats gene expression supplemented with probiotic *Lactobacillus* which have cancerous colon lesions induced by 1 2-dimethylhydrazine (DMH). *Rattus norvegicus* Wistar were used with the treatments: 1- saline solution; 2 - DMH; 3 - DMH + *Lactobacillus casei*; 4 - *L. brevis*; 5 - DMH + *L. curvatus*. After euthanasia the colorectal segment was collected performing RNA extraction cDNA synthesis and the qPCR reaction optimization for the genes GAPDH p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α and FAS using the QuantStudio 3 with the SYBR Green / Rox system. An analysis of gene expression was also performed by qPCR. The primers ideal concentration varied according to the target gene consisting of 1250nMx1250nM for the GAPDH Bcl-2 IL-10 and TNF- α genes 625nMx1250nM for p53 and FAS. The initial sample quantity also had variations according to the gene of interest with 100ng for GAPDH IL-10 and TNF- α 4ng for

p53 and 20ng for Bcl-2 and FAS. It was possible to optimize the Real Time-PCR technique with regard to the concentration of primers and initial sample for the GAPDH p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α and FAS genes.

KEYWORDS: Lactobacilli. Probiotics. Colorectal cancer. qPCR. DMH.

1 | INTRODUÇÃO

O câncer é um problema mundial caracterizado pelo crescimento anormal de células além de seus limites habituais induzindo a formação de tumores que podem se espalhar para outras regiões do corpo (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER 2019). Conforme a Organização Mundial da saúde a origem da doença é multifatorial e envolve agentes ambientais alterações no desenvolvimento e na replicação do DNA além de deficiências do sistema imunológico (WHO 2020).

Ademais o mesmo é um grande problema de saúde pública sendo considerado a segunda principal causa de morte no mundo com estimativa de 9 6 milhões de óbitos no ano de 2018 (WHO 2019). Nessa perspectiva mais de 600 tipos de câncer foram relatados sendo o câncer colorretal o terceiro de maior incidência mundial (FERLAY et al. 2018; WHO 2020). A estimativa é que no Brasil para cada ano do triênio de 2020-2022 surjam 40.990 novos casos de câncer colorretal (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER 2019).

O mesmo acomete um segmento do intestino grosso (cólon) e o do intestino reto acarretando em tumores as quais são geralmente iniciados a partir de lesões benignas denominadas pólipos curáveis quando diagnosticadas precocemente (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER 2019). Em adição acredita-se também que a microbiota intestinal patogênica influencia na inflamação local um dos fatores predisponentes mais relevantes para a tumorigênese do cólon contribuindo para o desenvolvimento do câncer acarretando em danos à saúde (URBANSKA ZHANG PRAKASH 2015).

Desta forma linhagens probióticas têm sido obtidas para restaurar a barreira intestinal prejudicada neutralizando efeitos deletérios na microbiota (BARZ et al. 2015) podendo vir a reduzir a produção estimulada de mediadores pró-inflamatórios contribuindo pela melhora da saúde do intestino (RODRÍGUEZ-NOGALES et al. 2015).

Os probióticos são microrganismos vivos que conferem benefícios ao hospedeiro quando administrados em quantidades adequadas exibindo antagonismo contra patógenos estimulando o sistema imunológico modulando atividades enzimáticas relacionadas à metabolização de vários carcinógenos e outras substâncias tóxicas (BARZ et al. 2015; PLAZA-DIAZ et al. 2019). Estudos em modelos de camundongos e humanos demonstram resultados promissores entre o uso de probióticos a patogênese e tratamento do câncer colorretal (HENDLER; ZHANG 2018). No entanto estudos sobre o tema ainda são escassos para formular resposta definitiva necessitando de novos estudos que elucidem os mecanismos de atuação dos microrganismos suas propriedades e linhagens potenciais

(DRAGO 2019; MOLSKA; REGUŁA 2019).

Nessa perspectiva o gênero *Lactobacillus* se destaca possuindo cerca de 18 espécies com interesse probiótico (ALMADA et al. 2015). Em estudo realizado a utilização de *Lactobacillus* probiótico em pacientes com câncer colorretal surtiu efeitos positivos na redução dos sintomas intestinais do câncer na prevenção e na redução de lesões pré-cancerosas (LEE et al. 2014; IRECTA-NÁJERA et al. 2017).

A fim de constatar respostas positiva em lesões intestinais cancerígenas após a administração de probióticos é possível avaliar a expressão gênica de genes marcadores de apoptose e anti-inflamatórios (STEINBERG et al. 2014; PAIVA et al. 2016) tendo em vista que alterações na expressão gênica das células com o acionamento de vias metabólicas distintas são características do câncer (MIRANDA 2016; FABRE et al. 2018). Nessa perspectiva o gene p53 possui papel importante vindo a reparar danos que ocorrem no DNA e quando os danos excedem os mecanismos de reparo o mesmo juntamente com a proteína p21 induz a célula à morte celular (NAKAYAMA 2019; XUE; SAN; LANE 2019). Ademais o gene induz a apoptose ao regular a expressão de mediadores anti ou pró-apoptóticos envolvidos em atividades celulares como os genes Bcl-2 BAX BAK BID e FAS (PECORINO 2016).

Os genes IL-5 IL-6 IL-10 IL-12 e IL-17 codificam para a produção de citocinas que estão diretamente ligadas às células de defesa sendo responsáveis por induzir a produção e a diferenciação de células B células T e células natural killer (FABRE et al. 2018; DENNIS et al. 2013). Em adição a citocina IFN- γ regula positivamente parâmetros pró-inflamatórios tais como IL -12 IL-15 e o fator de necrose tumoral (TNF- α) o qual possui uma vasta gama de ações pró-inflamatórias exibindo efeitos supressores de tumor inibindo a progressão do ciclo celular e promovendo a apoptose (URBANSKA; ZHANG; PRAKASH 2015; SYED 2016).

Logo para análise da expressão gênica a partir da quantificação absoluta e quantificação relativa de cada gene em relação a um gene de expressão constitutiva o uso da PCR Quantitativa em Tempo Real (qPCR) é essencial (TALARICO 2012; SILVA et al. 2013).

A técnica de Real Time-PCR é semelhante à técnica de PCR convencional porém sua principal vantagem se baseia na possibilidade de quantificação do material genético em tempo real com maior sensibilidade (MARTINS 2017) porém para seu uso é necessário a otimização do equipamento (FERREIRA 2016). Com base no exposto essa pesquisa tem como objetivo otimizar a técnica de Real Time-PCR para análise quantitativa da expressão gênica de genes de apoptose e do sistema imunológico de ratos suplementados com probióticos *Lactobacillus sp.* os quais possuem lesões cancerosas no cólon induzidas por 1,2-dimetilhidrazina.

2 | METODOLOGIA

O presente estudo foi desenvolvido na Universidade do Oeste de Santa Catarina na cidade de Videira SC. O mesmo foi iniciado após aprovação pelo Comitê de Ética de Uso de Animais (CEUA) da Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc / Joaçaba segundo definição da Resolução nº. 100/CONSUN/2016 se fazendo cumprir a Lei nº. 11.794 de 08 de outubro de 2008 e demais normas aplicáveis nos aspectos éticos envolvendo a utilização de animais no desenvolvimento das atividades de ensino pesquisa e extensão através do parecer consubstanciado pelo protocolo número 04/2018.

2.1 Seleção e Preparo dos Probióticos

Linhagens com potencial probiótico de *Lactobacillus casei* *Lactobacillus curvatus* e *Lactobacillus brevis* isoladas de alimentos cárneos e lácticos pertencentes a coleção da UNOESC - Videira-SC (BARATTO et al. 2012; SCHNEIDER 2016; ANDRADE 2017) foram selecionadas.

Os lactobacilos foram cultivados em caldo MRS por 24h a 37+/- 2°C em jarras de anaerobiose e incubados em estufa bacteriológica para preparo das soluções probióticas. O material foi centrifugado a 3200 g/10 minutos em centrífuga (Parsec) e após descarte do sobrenadante as células bacterianas foram ressuspensas com solução salina 0 85% até atingir DO equivalente a 1-9x10¹⁰ UFC/0 5mL analisado em espectrofotômetro (biospectro) no comprimento de onda de 600nm.

2.2 Delineamento Experimental e Aplicação dos Probióticos *In Vivo*

Para o estudo *in vivo* foram utilizados ratos *Rattus norvegicus* Wistar machos com cinco semanas de idade. Estes foram mantidos no biotério da UNOESC/Videira em gaiolas conforme os preceitos éticos para experimentação animal. As cobaias foram separadas em grupos contendo de 6 a 8 animais e após 15 dias em período de adaptação iniciou-se os tratamentos: Grupo 1- solução salina; Grupo 2 - DMH; Grupo 3 - DMH + *L. curvatus*; Grupo 4 - DMH + *L. casei*; Grupo 5 - DMH + *L. brevis*.

O tratamento com a solução contendo os microrganismos probióticos foi realizado mediante gavagem (dose= 1-9x10¹⁰ UFC/dia) seis vezes na semana durante 15 semanas. Após 15 dias de uso dos probióticos iniciou-se a indução de tumores coloretais usando a droga DMH (1 2-dimetilidrazina) na dose de 30 mg/kg administrada intraperitonealmente uma vez por semana durante 13 semanas concomitantemente ao uso dos probióticos.

Ao final do tratamento as cobaias foram submetidas à eutanásia por overdose de quetamina/xilasina (> 150 mg/kg / > 16 mg/kg) via intraperitoneal seguindo preceitos do Comitê de Ética em Cuidados com Animais. O segmento colorretal de três cobaias referente a cada um dos tratamentos foi coletado para otimização da técnica de qPCR com posterior análise da expressão gênica.

2.3 Extração de Rna e Síntese De Cdna

O RNA total das amostras da região colorretal do intestino das cobaias anteriormente coletadas foi extraído com TRIZOL® (Invitrogen). O RNA extraído foi quantificado e avaliado com DO a 260/280nm e 260/230nm em espectrofotômetro e após tratados com DNase I (Invitrogen). A síntese de cDNA foi realizada utilizando o kit High-CapacitycDNA Reverse Transcription (Applied Biosystems).

2.4 Amplificação dos Genes em Pcr Convencional

Amostras de DNA genômico de fígado de *Rattus norvegicus* Wistar pertencentes ao banco da Unoesc/Videira foram utilizadas para avaliar a amplificação dos genes utilizados no presente estudo em PCR convencional com os respectivos pares de primers (Tabela 1).

Gene	Senso (5'-3')	Antisenso (5'-3')	Produto (pb)
*p21	TGTCTTGCACCTCTGGTGTCT	GGCACTTCAGGGTTTTCTCT	149
p53	GTAACGCTTCGAGATGTTCC	GA CTGGCCCTTCTTGGTCT	123
Bax	ACAGGGGCCTTTTTGCTAC	GAGACTCAGCTCAGCTTCTT	125
FAS	CTGCGATGAAGAGCATGGTT	GCAGCGAACACAGTGTTCACA	121
Bcl-2	AGAGACTCACCAGGGTCTGC	GCACTACCTGCGTTCTCCTC	113
GAPDH	GTGTCCGTCGTGGATCTGAC	GGAGACAACCTGGTCTCAG	132
BID	GAGATGGACCACAACATCCA	AGGCTGTCTTACCTCATCAA	126
BAK	TACCTCCACCAGCAGGAAC	GACCCACCTGACCCAAGA	125
**IL-5	AGCACAGTGGTGAAGAGACCTT	TCCAATGCATAGCTGGTGATT	117
IL-6	GAGGATACCCTCCCAACAGACC	AAGTGCATCATCGTTGTTTCATACA	141
IL-10	GGTTGCCAAGCCTTATCGGA	ACCTGCTCCACTGCCTTGCT	191
IL-12	GGAAGCACGGCAGCAGAATA	AACTTGAGGGAGAAGTAGGAATGG	180
IL-17	GCTCCAGAAGGCCCTCAGA	AGCTTTCCTCCGCATTGA	142
IFN-γ	TCAAGTGGCATAGATGTGGAAGAA	TGGCTCTGCAGGATTTTCATG	92
TGF-β1	TGACGTCACTGGAGTTGTACGG	GGTTCATGTCATGGATGGTGC	170
TNF-α	CATCTTCTCAAATTCGAGTGACAA	TGGGAGTAGACAAGGTACAACCC	175

Tabela 1. Sequência de Primer utilizados nas reações de PCR convencional e qPCR.

Legenda: Fonte: *Silva (2013) WANG et al. (2017); ** Steinberg et al. (2014).

As reações de amplificação foram realizadas realizada em termociclador conforme técnica de Reação em Cadeia Polimerase (PCR-convencional) efetuadas em 35 ciclos onde cada ciclo consistiu na desnaturação a 94°C/30s anelamento a 60° C/40s e extensão a 72° C/30s. Após os 35 ciclos uma etapa final de extensão a 72 ° C/10min foi realizada seguida por resfriamento a 4°C/10 min. A fim de analisar a presença/ausência de amplificação e se as mesmas eram específicas o material foi analisado em eletroforese em gel de agarose 1% 60V e após 60 minutos visualizado em luz UV.

Ademais um “pool” de cDNA sintetizado anteriormente foi utilizado para avaliar a amplificação dos genes em PCR convencional. Além disso visou-se otimizar a temperatura

ideal de anelamento de cada par de primer respectivo a cada gene (Tabela 1) as temperaturas de anelamento avaliadas foram: 50°C 55°C 60°C 62°C e 65°C. As reações de amplificação foram realizadas em 35 ciclos conforme mencionado anteriormente.

2.5 Otimização da Técnica de Qpcr Para Análise da Expressão Gênica: Concentração de Primers e de Amostra Inicial

Para realização dos experimentos de qPCR foi utilizado o equipamento QuantStudio 3 Real-Time PCR System (Applied biosystems USA) empregando o sistema SYBR Green/Rox qPCR (Thermo scientific USA).

Para otimização da reação de Real-Time PCR (qPCR) foram utilizadas diferentes concentrações de iniciadores *sense* e *antisense* para os genes GAPDH p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α e FAS sendo elas: 625nM 1250nM e 1875nM para isso foram utilizados 100ng de *pool* de cDNA sintetizado e a reação seguiu conforme realizado por Perazzoli et al. (2017).

Para determinar a faixa de quantidade de amostra inicial com a qual se pode trabalhar na reação de qPCR foram realizadas diluições seriadas de uma amostra inicial de um *pool* de cDNA observando os perfis de amplificação dos genes GAPDH p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α e FAS. As amplificações foram realizadas com a amostra em concentração inicial (100ng) e diluições da mesma de 5x 25x 125x e 625x. As reações seguiram conforme Perazzoli et al. (2017).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Amplificação dos Genes em Pcr Convencional

Os resultados obtidos referentes à amplificação de genes em PCR convencional demonstram que os genes p53 BAX Bcl-2 GAPDH BID BAK IL-10 IL-12 e TNF- α foram amplificados mediante uso de primers específicos em DNA genômico e cDNA de *Rattus norvegicus* Wistar. A imagem 1 demonstra que a amplificação dos genes em cDNA não foi tão específica aparecendo *smear* no gel de agarose quando visualizado em luz UV o qual pode interferir nas reações de qPCR pois a mesma é sensível que a PCR convencional (MARTINS 2017).

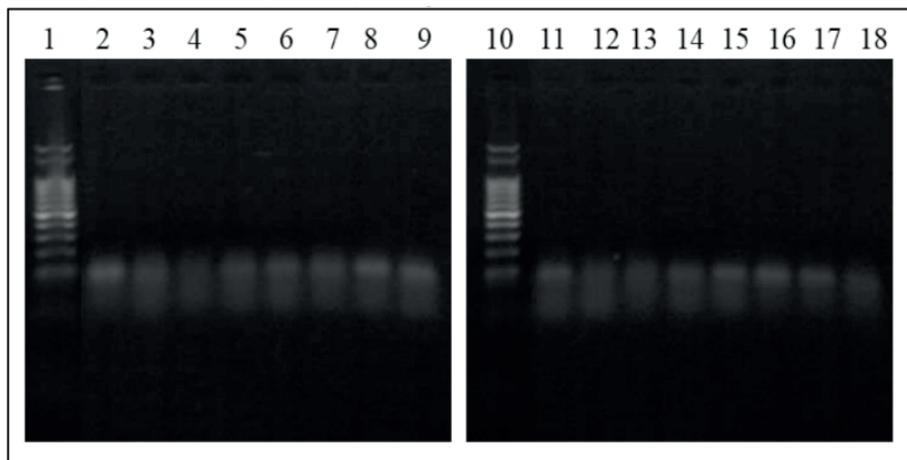


Imagem 1. Eletroforese em gel de agarose de genes de *Rattus norvegicus* Wistar após amplificação de cDNA em PCR convencional.

Ordem= 1: Marcador Ladder 100pb; 2: p53; 3: GAPDH; 4: p21; 5: BID; 6: BAX; 7:BAK; 8: Bcl-2; 9: FAS; 10: Marcador Ladder 100pb; 11: TNF- α ; 12: TGF- β ; 13: IFN- γ ; 14: IL-5; 15: IL-6; 16: IL-10; 17: IL-12; 18: IL-17.

Os genes FAS e IL-6 amplificaram apenas em cDNA pois os primers que amplificam essas regiões projetados conforme Silva (2013) Wang et al. (2017) e Steinberg et al. (2014) podem ter sido desenhados com base em sequências existentes nas extremidades de íntrons resultando em uma longa sequência nucleotídica para amplificação. Apesar dos genes p21 e IL-17 terem amplificado em DNA genômico em cDNA à amplificação não foi observada o que pode indicar que tais genes são pouco expressos resultando em poucos transcritos.

Em estudo realizado por Silva (2013) observou-se forte diminuição na expressão do gene da proteína p21 induzidas por chalconas quando avaliadas linhagem celular de leucemia linfoblástica aguda. Conforme o autor a proteína p21 participa da regulação do ciclo celular e atua induzindo a parada do mesmo. De maneira semelhante Steinberg (2014) avaliou em seu estudo que o gene IL-17 foi pouco expresso na região do colón de camundongos em relação ao segmento proximal do intestino delgado.

Ademais os genes IL-5 IFN- γ e TGF- β 1 não amplificaram em DNA genômico nem em cDNA. Os primers utilizados para amplificar tais genes foram projetados conforme **Silva (2013)** Wang et al. (2017) Steinberg et al. (2014). Observou-se que apenas a sequência *sense* dos primers destes genes apresentou similaridade com o mRNA de *Rattus Norvegicus* (número de acesso: X54419.1; AF010466.1; NM_021578.2) o que justifica a ausência de amplificação dos mesmos devido à ineficiência dos primers.

A partir da otimização da amplificação realizada conforme técnica de PCR-convencional (Tabela 2) observou-se que a temperatura ideal para anelamento para

cada par de primers variou conforme o alvo estudado com faixa de 60 a 65°C onde a temperatura de 60°C foi ideal para a amplificação de 81,8% dos genes. Conforme Exxtend (2018) a maioria dos programas utilizados para projetar primers fornecem um valor de temperatura de anelamento estimado e a mesma deve ser usada como referência sendo essencial testar um gradiente de temperaturas para encontrar a temperatura ideal.

Gene	Temperatura de anelamento (°C)
p53	60 °C
Bax	60 °C
FAS	65 °C
Bcl-2	65 °C
GAPDH	60 °C
BID	60 °C
BAK	60 °C
IL-6	60 °C
IL-10	60 °C
IL-12	60 °C
TNF- α	60 °C

Tabela 2. Temperatura ideal para anelamento para cada par de primer respectivo a cada gene.

A temperatura de anelamento variou conforme os iniciadores utilizados sendo essencial a otimização da mesma para que a reação funcione corretamente a fim de assegurar que o anelamento seja eficiente evitando a formação de dímeros de primers que podem interferir no processo (FERREIRA 2016). Além disto a variação da mesma também pode afetar a capacidade enzimática da polimerase ligação ao iniciador e formação ou fusão da estrutura secundária todas as quais têm efeitos durante a PCR (WONG; MEDRANO 2018).

3.2 Otimização da Técnica de Qpcr para Análise da Expressão Gênica: Concentração de Primers E De Amostra Inicial

Conforme Svec et al. (2015) a RT-qPCR é o método mais sensível para quantificar quantidades minuciosas de um RNAm devido à especificidade ampla faixa de quantificações sensibilidade e boa reprodutibilidade da técnica. Porém a otimização da reação é essencial para garantir a robustez precisão e confiabilidade dos ensaios (FERREIRA 2016) sendo essencial definir a concentração inicial de primers e concentração de amostra (cDNA) (RAYMAEKERS et al. 2009). Com base nisso tais parâmetros avaliados podem ser observados na Tabela 3.

Gene	Concentração de primer		Concentração de amostra inicial
	Sense	Antisense	
GAPDH	1250nM	1250nM	100ng
p53	625nM	1250nM	4ng
Bcl-2	1250nM	1250nM	20ng
FAS	1250nM	625nM	20ng
IL-10	1250nM	1250nM	100ng
TNF- α	1250nM	1250nM	100ng

Tabela 3. Concentração inicial de primer e amostra (cDNA) ideais para amplificação dos genes de interesse em qPCR.

Ademais foi possível otimizar a reação de qPCR no que se refere a concentração de primers e de amostra inicial para os genes GAPDH p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α e FAS. Observa-se que a concentração ideal de primers sense e antisense variou conforme o gene de interesse sendo selecionadas aquelas em que o gene alvo apresentou menor valor de Cycle threshold ou ciclo limiar (Ct) e maior Δ RN sem a formação de dímeros de primers quando avaliada a curva de *melting* (FERREIRA 2016). Segundo Oliveira (2018) a diminuição da eficiência da amplificação acarreta a valores de Ct mais elevados.

A escolha dos primers com definição da quantidade a ser utilizada é essencial para o sucesso da reação (RAYMAEKERS et al. 2009) tendo em vista que os mesmos devem garantir uma eficiente amplificação dos genes de interesse (OLIVEIRA 2018).

A quantidade de amostra inicial (cDNA) com a qual se pode trabalhar em qPCR também variou conforme gene alvo com 100ng para o gene GAPDH 4ng para p53 0 8ng para p21 e 20ng para os genes Bcl-2 e FAS. As mesmas foram definidas com base nos perfis de amplificação que produziram curvas de amplificação específicas com o menor Ct ou seja maior eficiência de amplificação (RAYMAEKERS et al. 2009). Ademais a presença de um único pico analisado por meio da curva de *melting* mostrou que não houve amplificações inespecíficas e estruturas secundárias nos primers.

A análise da expressão de genes antitumorais e antiinflamatórios como o p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α e FAS é importante para avaliar se houve melhora em lesões intestinais cancerígenas após a administração de probióticos (PAIVA et al. 2016). Tendo em vista que alterações na expressão gênica das células com o acionamento de vias metabólicas distintas são características do câncer (MIRANDA 2016; FABRE et al. 2018).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliou-se que 31 3% (n=5) dos genes avaliados no presente estudo não foram amplificados no cDNA de ratos Wistar sintetizado. Destes 18 75% (n=3) ocorreu devido a ineficácia dos primers e 12 5% (n=2) foi decorrente do baixo número de transcritos desses genes indicando que os mesmos são pouco expressos no intestino das cobaias. Ademais

a temperatura ideal para anelamento para cada par de primers variou conforme o alvo estudado com faixa de 60 a 65°C onde a temperatura de 60°C foi ideal para a amplificação de 81,8% dos genes.

Foi possível otimizar a técnica de Real Time-PCR no que se refere a concentração de primers e de amostra inicial para os genes GAPDH p53 Bcl-2 IL-10 TNF- α e FAS do intestino de ratos Wistar suplementados com probióticos *Lactobacillus sp.* os quais possuem lesões cancerosas no cólon induzidas por 1,2-dimetilhidrazina.

5 | APOIO FINANCEIRO

Esta pesquisa teve apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq mediante Bolsa de pesquisa de Iniciação Científica - PIBIC.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq a Universidade do Oeste de Santa Catarina.

REFERÊNCIAS

ALMADA C. N. et al. **Characterization of the intestinal microbiota and its interaction with probiotics and health impacts.** Applied Microbiology and Biotechnology v. 99 n. 10 p. 4175-4199 2015.

ANDRADE E. H. B. **Análise do potencial probiótico e antioxidante de lactobacilos produtores de b-galactosidase.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Biotecnologia) – Universidade do Oeste de Santa Catarina Videira p. 1-72 mar. 2017.

BARATTO C. M. et al. **Molecular and phenotypic characterization of Lactobacillus curvatus isolated from handmade Brazilian salami.** African Journal of Biotechnology v. 11 p. 11724-11731 2012.

BARZ M. L. et al. **Probiotics as complementary treatment for metabolic disorders.** Diabetes & Metabolism Journal. Canadá v. 4 n. 39 p. 291 – 303 ago. 2015.

DENNIS K. L. et al. **Current status of interleukin-10 and regulatory T-cells in cancer.** Curr Opin Oncol s/L v. 25 n. 6 p. 637-645 nov./2013.

DRAGO L. **Probiotics and Colon Cancer.** Microorganisms v. 7 n. 3 p. 66 2019.

EXXTEND. **Qual a temperatura de anelamento dos primers para PCR?** Disponível em: <https://www.exxtend.com.br/perguntas-frequentes>. Acesso em: 11 jul. 2020.

FABRE J. A. S. et al. **The Interleukin-17 Family of Cytokines in Breast Cancer.** International Journal of Molecular Sciences Paris v. 19 n. 1 p. 1-16 dez. 2018.

FERLAY J. et al. **Cancer incidence and mortality patterns in Europe: Estimates for 40 countries and 25 major cancers in 2018**. *European Journal of Cancer* v. 103 p. 356-387 2018.

FERREIRA G. G. **Avaliação in vitro de efeitos anti-inflamatórios de extratos de Pouteria torta (mart.) Radlk e Pouteria ramiflora (Mart.) Radlk**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Médicas) – Universidade de Brasília 2016.

HENDLER R.; ZHANG Y. **Probiotics in the treatment of colorectal cancer**. *Medicines* v. 5 n. 3 p. 101 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Câncer**. Rio de Janeiro RJ: Ministério da Saúde 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/>. Acesso em: 15 junho 2020.

IRECTA-NÁJERA Cesar Antonio et al. **Protective effect of Lactobacillus casei on DMH-induced colon carcinogenesis in mice**. *Probiotics and antimicrobial proteins* v. 9 n. 2 p. 163-171 2017.

LEE J. Y. et al. **Effects of 12 weeks of probiotic supplementation on quality of life in colorectal cancer survivors: a double-blind randomized placebo-controlled trial**. *Digestive and Liver Disease* v. 46 n. 12 p. 1126-1132 2014.

MARTINS C. A. P. **Quantificação de DNA por PCR em Tempo Real em diferentes Amostras Forenses**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Forenses) - Universidade do Porto 2017.

MIRANDA D. C. de. **Avaliação da expressão gênica de tecidos intestinais neoplásicos de ratos tratados com dibenzotiofeno e naftaleno**. 2016. Dissertação (Pós graduação em Biotecnologia)- Universidade Federal de Ouro Preto MG Brasil 2016.

MOLSKA M.; REGUŁA J. **Potential Mechanisms of Probiotics Action in the Prevention and Treatment of Colorectal Cancer**. *Nutrients* v. 11 n. 10 p. 2453 2019.

NAKAYAMA M.; OSHIMA M. **Mutant p53 in colon cancer**. *Journal of molecular cell biology* v. 11 n. 4 p. 267-276 2019.

OLIVEIRA L. F. **Estudo de expressão gênica em pau-ferro: estratégias otimizadas para a detecção e análise de genes associados com tolerância à seca**. 2018. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí Teresina 2018.

PAIVA I. M. et al. **Lactobacillus kefirifaciens and Lactobacillus satsumensis isolated from Brazilian kefir grains produce alpha-glucans that are potentially suitable for food applications**. *LWT-Food Science and Technology* v. 72 p. 390-398 2016.

PECORINO L. **Molecular biology of cancer: mechanisms targets and therapeutics**. Oxford University Press USA 2016.

PERAZZOLI M. A. et al. **Gallic Acid and Dodecyl Gallate Prevents Carbon Tetrachloride-Induced Acute and Chronic Hepatotoxicity by Enhancing Hepatic Antioxidant Status and Increasing p53 Expression**. *Biological & Pharmaceutical Bulletin* v. 40 p. 425-434 2017.

PLAZA-DIAZ J. et al. **Mechanisms of action of probiotics**. *Advances in Nutrition* v. 10 n. suppl_1 p. S49-S66 2019.

RANI M. et al. **Characterization of *Pseudomonas aeruginosa* MTCC 9783 Isolated from Rhizosphere of Chickpea Plant and Its Antagonism Towards *Rhizoctonia Solani* AG-7 Causing Root Rot in Cotton Crops.** *Advances in Environmental Biology* v. 8 n. 13 p. 879-884 2014.

RAYMAEKERS M. et al. **Checklist for optimization and validation of real-time PCR assays.** *Journal of clinical laboratory analysis* v. 23 n. 3 p. 145-151 2009.

RODRÍGUEZ-NOGALES A. et al. **The viability of *Lactobacillus fermentum* CECT5716 is not essential to exert intestinal anti-inflammatory properties.** *Food & function* v. 6 n. 4 p. 1176-1184 2015.

SAMBROOK J.; RUSSEL D.W. **Molecular cloning.** A laboratory manual. 3 ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press 2001.

SCHNEIDER K. **Aplicação de bactérias lácticas com ação antimicrobiana em queijo minas frescal.** Dissertação (Pós-graduação em Ciência e Biotecnologia) – Universidade do Oeste de Santa Catarina Videira p. 1-92 fev. 2016.

SILVA E. W. et al. **Mecanismos de citotoxicidade de chalconas isoladas e encapsuladas em nanopartículas lipídicas sobre uma linhagem celular de leucemia linfoblástica aguda e identificação de novos inibidores da proteína de resistência ABCG2.** 2013. Tese (Pós-graduação em Farmácia) – Universidade Federal de Santa Catarina 2013.

STEINBERG R. S. et al. **Effect of intestinal colonisation by two *Lactobacillus* strains on the immune response of gnotobiotic mice.** *Beneficial microbes* v. 5 n. 4 p. 409-419 2014.

SVEC D. et al. **How good is a PCR efficiency estimate: Recommendations for precise and robust qPCR efficiency assessments.** *Biomolecular detection and quantification* v. 3 p. 9-16 2015.

SYED V. **TGF- β Signaling in Cancer.** *Journal of Cellular Biochemistry* v. 117 n. 1 p. 1279-1287 jan./2016.

TALARICO S. T. **Detecção e quantificação de bactérias anaeróbias na microbiota fecal de crianças de zero a 12 meses de idade.** 2012. Dissertação (Mestrado em Farmácia) - Universidade de São Paulo. 2012.

URBANSKA A. M.; ZHANG X.; PRAKASH S. **Bioengineered colorectal cancer drugs: orally delivered anti-inflammatory agents.** *Cell biochemistry and biophysics* v. 72 n. 3 p. 757-769 2015.

WANG K. D. et al. **Inhibitory effect of vaginal *Lactobacillus* supernatants on cervical cancer cells.** *Probiotics and antimicrobial proteins* v. 10 n. 2 p. 236-242 2018.

WONG M. L.; MEDRANO J. F. **Real-time PCR for mRNA quantitation.** *Biotechniques* v. 39 n. 1 p. 75-85 2018.

World Health Organization - WHO. **Cancer.** 2019. Disponível em: <https://www.who.int/cancer/en/>. Acesso em: 15 junho 2020.

World Health Organization - WHO. **WHO report on cancer: setting priorities investing wisely and providing care for all.** 2020 Disponível em: <https://www.who.int/publications/item/who-report-on-cancer-setting-priorities-investing-wisely-and-providing-care-for-all>. Acesso em: 15 junho 2020.

XUE Y.; LUIS B. S.; LANE D. P. **Intratour heterogeneity of p53 expression; causes and consequences.** The Journal of pathology v. 249 n. 3 p. 274-285 2019.

CAPÍTULO 15

PERFIL MICROBIOLÓGICO E SENSIBILIDADE ANTIMICROBIANA DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA A SAÚDE DAS UTIS DO HOSPITAL LAURO WANDERLEY - UFPB EM 2018

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 03/12/2020

Thais de Souza de Matos

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
João Pessoa – Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/3324331943826678>

Bruno Henrique Andrade Galvão

Universidade Federal da Paraíba - UFPB
João Pessoa - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/5854688373540439>

Denyse Luckwu Martins

Comissão de Controle de Infecção Hospitalar -
CCIH/HULW
João Pessoa - Paraíba

Francisca de Sousa Barreto Maia

Comissão de Controle de Infecção Hospitalar -
CCIH/HULW
João Pessoa - Paraíba

Francisco de Assis Silva Paiva

Comissão de Controle de Infecção Hospitalar -
CCIH/HULW
João Pessoa - Paraíba

Alba Lúcia Maria da Costa Carvalho

Microbiologista do Hospital Universitário Lauro
Wanderley - HULW
João Pessoa - Paraíba

RESUMO: As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) são as infecções adquiridas por meio da prestação de serviços

em saúde essas infecções são consideradas efeitos adversos da assistência a saúde e um problema mundial de saúde pública. O objetivo dessa pesquisa é caracterizar as Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) nas UTI's do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW) do ano de 2018 esse hospital é localizado no município de João Pessoa – Paraíba. Buscando identificar a prevalência a incidência os sítios de infecções os agentes etiológicos e a sensibilidade antimicrobiana. Este estudo trata-se de um estudo descritivo de caráter retrospectivo e seccional referente ao perfil microbiológico e a sensibilidade antimicrobiana das IRAS nas UTI's do HULW no ano de 2018. Os dados foram coletados a partir dos registros disponibilizados pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) do hospital e possui como critério de inclusão os pacientes que excederam o tempo de internação de 24 horas nesta unidade e que não estava com infecções já preexistentes. Nesse estudo foram coletados os seguintes resultados as taxas de incidência das IRAS na UTI geral UTI pediátrica e UTI neonatal são respectivamente 29 5% 28 5% e 36 5%. Referindo-se aos sítios de infecções foram majoritariamente as infecções do sistema respiratório na UTI-geral e na UTI-ped. As infecções da corrente sanguínea são a maioria na UTI-neo. Constatou-se o predomínio nas UTI's de bactérias gram-positivas como os *Staphylococcus coagulase negativas* e *Staphylococcus aureus*. E de agentes gram-negativos como *Pseudomonas aeruginosa* *Acinetobacter baumannii* e a *Klebsiella pneumoniae*. Referente a sensibilidade antimicrobiana cada agente

etiológico foi analisado em questão a sua sensibilidade aos antimicrobianos mostrando diversos resultados. Pode-se concluir que a prevalência a incidência os sítios de infecções os agentes etiológicos e a sensibilidade antimicrobiana relacionados a IRAS em pacientes internados nas UTI's deste hospital foram abordados. Diante dos dados colhidos vê-se que a CCHI possui um papel fundamental para a redução dos índices das IRAS nas UTI's visando a maior qualidade dos serviços prestados aos pacientes.

PALAVRAS - CHAVE: Infecções Relacionadas à Assistência a Saúde. Unidade de Terapia Intensiva. Sensibilidade antimicrobiana.

MICROBIOLOGICAL PROFILE AND ANTIMICROBIAL SENSITIVITY OF INFECTIONS RELATED TO HEALTHCARE IN ICU'S IN UNIVERSITARY HOSPITAL LAURO WANDERLEY - UFPB IN 2018

ABSTRACT: As Healthcare Related Infections (HAIs) are infections acquired through the provision of health services these infections are considered adverse effects of health care and a worldwide public health problem. The objective of this research is to characterize Healthcare Related Infections (HAIs) in the ICU of the University Hospital Lauro Wanderley (HULW) in 2018 this hospital is located in the municipality of João Pessoa – Paraíba Brazil. Seeking to identify prevalence incidence infection sites etiologic agents and antimicrobial sensitivity. This study is a descriptive retrospective and sectional study referring to the microbiological profile and antimicrobial sensitivity of HAIs in HULW ICUs in 2018. Data were collected from records made available by the Health Control Commission Hospital Infection (CCHI) of this hospital and has as a criterion for inclusion of patients who exceeded the 24-hour period of hospitalization and did not have previously existing infections. In this study the following results were collected the rates of incidence of AKI in general ICU pediatric ICU and neonatal ICU respectively 29.5% 28.5% and 36.5%. They refer to years of infection with mainly infections of the respiratory system in general ICU and pediatric ICU. As infections give blood flow only to major in neonatal ICU. Constant or predominance in the ICUs of gram-positive bacteria such as *coagulase-negative Staphylococcus* and *Staphylococcus aureus*. And gram-negative agents such as *Pseudomonas aeruginosa* *Acinetobacter baumannii* and *Klebsiella pneumoniae*. Regarding antimicrobial sensitivity each etiologic agent was analyzed in terms of its antimicrobial sensitivity showing different results. It is concluded that in the prevalence incidence infection sites etiologic agents and antimicrobial sensitivity related to HAI in hospitalized patients of ICU after the hospital they were approached. With solid data I see that the CCHI has a fundamental role in the reduction of rates of HAIs in ICUs aiming at the highest quality of two services provided to patients.

KEYWORDS: Healthcare Related Infections. Intensive Care Unit. Antimicrobial Sensitivity.

1 | INTRODUÇÃO

As Infecções Relacionadas à Assistência a Saúde (IRAS) são as infecções adquiridas por meio da prestação de serviços em saúde. Essas infecções podem se manifestar durante uma internação após a alta em procedimentos ambulatoriais em consultórios ou em outras unidades de prestação de serviço a saúde.²

As IRAS são caracterizadas como um efeito adverso do sistema de assistência à saúde que possui altas taxas de morbidade e mortalidade estabilizando assim a qualidade do serviço prestado e principalmente a segurança do paciente.¹ A Organização Mundial de Saúde (OMS) afirma que as IRAS são problemas de saúde pública no mundo e que em média 5% a 15% dos pacientes serão acometidos por essas infecções.²

As Unidades de Terapias Intensivas (UTI's) são consideradas o epicentro das IRAS e o principal elo de transmissão na cadeia epidemiológica. Esse fato deve-se ao tipo de pacientes que estão internados neste setor. São pacientes que utilizam dispositivos invasivos imunossupressores somando a um período longo de internação e a colonização por microrganismos resistentes.⁷ Corroborando ainda mais a evolução desse problema de saúde pública.

De acordo com um relatório da OMS as principais bactérias que estão relacionadas a multirresistência e conseqüentemente as infecções relacionadas à assistência a saúde são: *Escherichia coli* *Klebsiella pneumoniae* *Staphylococcus aureus* *Streptococcus pneumoniae* *Salmonella* não-tifóide *Shigella* spp. *Neisseria gonorrhoea* *Pseudomonas aeruginosa* e *Acinetobacter baumannii*.² Os principais sítios infecciosos aqueles acometidos pelas IRAS relatos na literatura compreendem os sistemas respiratório hematopoiético e geniturinário.

É de responsabilidade da Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) adotar medidas que visem reduzir a propagação das IRAS a fim de assegurar a qualidade dos serviços prestados aos pacientes. Nesse sentido percebe-se a necessidade de investigar as IRAS a fim de entender seus mecanismos e assim poder efetivamente reduzir suas taxas ao máximo.

O objetivo dessa pesquisa é caracterizar as Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) nas UTI's do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW) do ano de 2018. Visando assim identificar a prevalência a incidência os sítios de infecções os agentes etiológicos e a sensibilidade antimicrobiana.

2 | METODOLOGIA

Este estudo trata-se de um estudo descritivo de caráter retrospectivo e seccional referente ao perfil microbiológico e a sensibilidade antimicrobiana das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) nas UTI's do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW) no ano de 2018. Esse hospital é referência em atendimento sendo um hospital- escola vinculado à Universidade Federal da Paraíba ele está localizado no município de João Pessoa Paraíba. Os dados coletados são referentes aos pacientes que estiveram internados nas Unidades de Tratamentos Intensivos (UTI's) no período de janeiro a dezembro de 2018. Essas unidades no HULW são divididas em três setores: UTI geral UTI pediátrica e UTI neonatal. Quanto ao critério de inclusão da pesquisa foram

contabilizados os pacientes que excederam ao tempo de 24 horas de internação nessas unidades e foram excluídos aqueles que já apresentavam infecções no momento da internação ou os que não permaneceram por alguma razão o tempo mínimo de 24 horas. Os dados foram coletados a partir dos registros disponibilizados pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH) do HULW nas sextas-feiras sobre acompanhamento dos membros dessa comissão. Foram utilizados os respectivos dados: nome do paciente sexo número do prontuário data de admissão classificação material coletado para análise microbiológica setor de internação agente etiológico e sua sensibilidade antimicrobiana. Os dados obtidos foram tabulados no programa Excel. Além disso foi realizada uma busca bibliográfica visando o aprofundamento teórico nas bases de dados PubMed e Scielo. Essa pesquisa foi realizada sobre as normas de exercício dos projetos de iniciação científica e quanto aos aspectos éticos todas as etapas e dados foram resguardados de quaisquer exposições ou violação.

3 | RESULTADOS

Estiveram internados na UTI geral do HULW no ano de 2018 322 pacientes distribuídos em duas alas A e B essas alas foram preenchidas de acordo com as vagas disponíveis sem critérios estabelecidos. Dos pacientes internados 52% eram pacientes do sexo feminino e 48% foram pacientes do sexo masculino.

Nesse ano foram registrados 195 casos de IRAS. A taxa de prevalência dessas infecções é 60 5% (195/322) e a taxa de incidência corresponde a 29 5% (95/322). Nesse período 26 1% dos pacientes que obtiveram IRAS foram a óbito.

As infecções do sistema respiratório foram as mais frequentes com 144 (44 7%) casos seguida pelo sistema geniturinário 97 (30 1%) corrente sanguínea 53 (16 4%) sistema digestório 14 (4 3%) e os outros sítios de infecções com menores números de casos completam a lista que somados representam 14 (4 3%). Os principais microrganismos responsáveis pelas IRAS isolados nas culturas analisadas são *Pseudomonas aeruginosa* (27 2%) leveduras (20 2%) *Klebsiella pneumoniae* (16 7%) *Acinetobacter baumannii* (9 6%) e *Staphylococcus aureus* (9 6%).

Foram coletadas as seguintes informações a respeito da sensibilidade antimicrobiana das cepas isoladas nas culturas responsáveis pelo desenvolvimento das IRAS. A *Pseudomonas aeruginosa* responsável pela maior parte dessas infecções apresentou maior susceptibilidade aos antimicrobianos dos grupos dos carbapenêmicos (59 2%) e das cefalosporinas (16 6%) a Polimixina B e a Colistina aparecem com um percentual de 7 4% cada de sensibilidade antimicrobiana. A *Klebsiella pneumoniae* apresentou sensibilidade ao grupo dos carbapenêmicos (51 5%) seguido por 21 2% de Tigeciclina (21 2%) e a Trobamicina (12 1%). Referente a *Acinetobacter baumannii* essas cepas apresentaram uma maior sensibilidade a Polimixina B (63 1%) e a Tigeciclina (57 8%) seguidas pelo

grupo dos carbapenêmicos (12 1%). Quanto às cepas de *Staphylococcus aureus* elas demonstraram maior sensibilidade à Vancomicina (100%) a Oxaciclina (31 5%) e aos antibióticos do grupo dos carbapenêmicos (31 5%).

Referente a UTI pediátrica foram registrados no ano de 2018 56 casos de internação. Desses casos 44 são relacionados às IRAS essa unidade apresenta uma taxa de prevalência de 78 5% (44/56) enquanto a taxa de incidência é 28 5% (16/56). É importante ressaltar que nessa unidade de tratamento existem pacientes moradores do hospital – são aqueles pacientes que devido à complexidade de seus tratamentos não recebem alta. Nessa unidade 18 7% dos pacientes foram a óbito devidos às IRAS. Quanto aos sítios de infecções o sistema respiratório é o sítio mais acometido pelas IRAS com 44 6% dos casos. Sendo seguido por infecções da corrente sanguínea com 28 5% do sistema geniturinário com 16 07% e com a ponta de cateter com 5 3%. Outros sítios de infecções somados representam 7 1%.

Quanto ao perfil microbiológico dessa unidade os principais agentes etiológicos são: *Pseudomonas aeruginosa Klebsiella pneumoniae* e *Staphylococcus aureus* representados respectivamente 43 1% 25 0% e 15 9%.

A respeito da sensibilidade antimicrobiana foram coletadas as seguintes informações referentes aos principais causadores de IRAS dessa unidade. A *Pseudomonas aeruginosa* apresentou maior susceptibilidade aos antimicrobianos do grupo dos carbapenêmicos com 52 6% a Polimixina B apresentou uma taxa de sensibilidade de 26 3% a Oxacilina e o grupo das cefalosporinas aparecem com um percentual de sensibilidade de 21 0% cada. A *Klebsiella pneumoniae* apresentou sensibilidade aos grupos dos carbapenêmicos e das cefalosporinas com taxas de sensibilidade de 100% e 27 2% respectivamente. Referente ao *Staphylococcus aureus* elas demonstraram maior sensibilidade à Vancomicina com 71 4% e a Oxaciclina com 57 1%.

Na UTI neonatal no ano de 2018 foram registrados 52 casos de internamentos. Desses casos 38 são de IRAS. A taxa de prevalência dessas infecções corresponde a uma taxa de 73 0% (38/52). No entanto a taxa de incidência nessa unidade é de 36 5% (19/52). A taxa na UTI-neo de óbito foi 21% durante esse período.

Referente aos sítios de localização das IRAS as infecções da corrente sanguínea e do sistema geniturinário correspondem praticamente a totalidade das infecções nessa unidade com as taxas de infecção respectivamente de 80 7% e 11 5%. Os outros locais de infecção correspondem somados a 7 8% do total.

No que se refere aos agentes etiológicos os principais agentes identificados são *Klebsiella pneumoniae* com uma taxa de infecção de 10 5% *Staphylococcus epidermidis Staphylococcus aureus Acinetobacter baumannii* apresentam uma taxa de 7 9% cada um deles. No entanto nessa unidade o maior agente das IRAS foram os *Staphylococcus coagulase negativa* com uma taxa de 26 3% seguido pelas leveduras com uma taxa de 18 4%.

Ao analisar a susceptibilidade antimicrobiana nessa unidade de tratamento a *Klebsiella pneumoniae* aparece com uma alta sensibilidade aos antimicrobianos dos grupos dos carbapenêmicos e das cefalosporinas respectivamente com 75% e 50%. As cepas de *Staphylococcus epidermidis* demonstra uma sensibilidade de 100% à Vancomicina. Os *Staphylococcus aureus* apresentaram maior sensibilidade para Oxaciclina com uma taxa de 66,7% e à Vancomicina com uma taxa de 33,3%. O *Acinetobacter baumannii* aparece com uma sensibilidade maior para os antimicrobianos do grupo dos carbapenêmicos com 66,7% e da Oxaciclina com 33,3%. Ao que se refere aos *Staphylococcus coagulase negativa* esses apresentaram uma taxa elevada de suscetibilidade à Vancomicina com 80% e a Oxaciclina com 70% das cepas desconhecidas.

4 | DISCUSSÃO

As Infecções Relacionadas à Assistência a Saúde representam importantes causas de morbidade e mortalidade em pacientes internados nas UTIs. Dependendo da unidade de estudo essas infecções variam a taxa de mortalidade de 18,9% a 57,9% em âmbito nacional.² No presente estudo essas taxas nas UTI's do HULW foram de UTI-geral 26,1% na UTI-ped 18,7% e na UTI-neo 21,0%.

Quanto ao que se refere as taxas de incidência da UTI geral UTI pediátrica e UTI neonatal as taxas são respectivamente 29,5%, 28,5% e 36,5%.

Referindo-se aos sítios de infecções foram majoritariamente as infecções do sistema respiratório na UTI-geral e na UTI-ped. As infecções da corrente sanguínea são a maioria na UTI-neo. Analisando o perfil microbiológico pode-se observar que na UTI geral predominou as infecções causadas por *Pseudomonas aeruginosa* leveduras *Klebsiella pneumoniae* *Acinetobacter baumannii* e *Staphylococcus aureus*. A UTI pediátrica apresentou como mais prevalentes *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae*. Na UTI neonatal os principais agentes causadores das IRAS são a *Staphylococcus coagulase negativa* leveduras e *Klebsiella pneumoniae*.

Observa-se o predomínio nas UTI's de bactérias gram-positivas como os *Staphylococcus coagulase negativas* e *Staphylococcus aureus*. E principalmente de agentes gram- negativos como *Pseudomonas aeruginosa* *Acinetobacter baumannii* e a *Klebsiella pneumoniae*.

Na maioria das pesquisas feitas o *Staphylococcus coagulase negativa* é relatado com um dos principais causadores das IRAS sendo encontrado entre 33,3% e 60% dos isolados em culturas.⁶ No entanto nesse estudo essa bactéria possui apenas 7,5% do total de IRAS referente as UTI's do HULW. Ao analisar a sensibilidade antimicrobiana dessa bactéria ela apresenta altas sensibilidades para Oxaciclina e para Vancomicina. No entanto com os outros antimicrobianos apresentaram taxas baixas de sensibilidade ou foram completamente resistentes.

O *Staphylococcus aureus* foi o microrganismo gram-positivo mais isolado nas culturas e está intimamente ligado com as infecções do trato respiratória. Essa espécie está presente na pele do homem e oferece risco para indivíduos imunossuprimidos. Ele é responsável por 11 0% das infecções nas UTI's do hospital de estudo. Ao analisar o antibiograma nota-se a maior sensibilidade a Oxaciclina Vancomicina e aos antimicrobianos do grupo dos carbapenêmicos.

As *Pseudomonas aeruginosa* são bactérias gram-negativas que corresponde a 26 0% das IRAS confirmando a tendência mundial de suas altas taxas de infecções. O perfil de sensibilidade encontrado foi em maior para a Colistina Oxaciclina Polimixina B e para o grupo dos carbapenêmicos.

A *Acinetobacter baumannii* é um gram-negativo que possui a capacidade de criar biofilmes o que é uma preocupação com os pacientes das UTI's – pois eles precisam de equipamentos invasivos. Ela apresenta uma taxa de 8 5% referente as IRAS no total desse estudo. Em uma análise geral a sensibilidade dessa bactéria mostrou-se que possuem mais sensibilidade para o grupo dos carbapenêmicos Oxaciclina Polimixina B e Tigeciclina.

A *Klebsiella pneumoniae* apresenta uma taxa de 17 1% dos casos dessas infecções nas UTI's estudadas. Essa bactéria possui a beta-lactamase cromossômica (SHV1) característica essencial a resistência antimicrobiana. Essa bactéria é uma preocupação mundial quanto a sua capacidade de adquirir resistência e repassar para outros microrganismos. O perfil de sensibilidade encontrado demonstra que essa bactéria esteve mais sensível aos antimicrobianos dos grupos dos carbapenêmicos e das cefalosporinas além de Tigeciclina e Trobamicina.

5 | CONCLUSÃO

Nesse estudo concluiu-se que a prevalência das Infecção Relacionada à Assistência à Saúde (IRAS) em pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) foi dentro dos padrões observados na literatura. Na análise dos dados viu-se que a maioria dos pacientes são do sexo feminino. Quanto ao sítio de infecção majoritariamente as IRAS estão relacionadas a infecção do sistema respiratório. Observou-se também que nas UTI's estudadas a maioria das infecções foi provocada por bactérias gram-negativas sendo a *Pseudomonas aeruginosa* o agente etiológico mais comum. Referente a sensibilidade antimicrobiana cada agente etiológico foi analisado em questão a sua sensibilidade aos antimicrobianos mostrando resultados variados. Nota-se portanto que os objetivos traçados para esse estudo foram abordados. Diante dos dados colhidos vê-se que a CCIH possui um papel fundamental para a redução dos índices das IRAS nas UTI's. Faz-se necessário valorizar a equipe de profissionais dessa comissão como também suas ações que visam reduzir o risco ao paciente e melhorar a qualidade do serviço prestado nas UTI's do HULW.

REFERÊNCIAS

1. GIMA Matheus B. S. et al. **Características microbiológicas e perfil de resistência de microrganismos causadores de infecções hospitalar em uma UTI para pacientes pediátricos de um hospital referência em infectologia do Amazonas.** Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/13490/11310>. Acesso: 21 de julho de 2020.
2. SILVA André R. A. et al. **Infecções relacionadas à assistência à saúde por Staphylococcus coagulase negativa em unidade de terapia intensiva neonatal.** Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbti/v25n3/0103-507x-rbti-25-03-0239.pdf>. Acesso: 04 de abril de 2020.
3. ARAÚJO Priscila L. et al. **Prevalência de infecção relacionada à assistência à saúde em pacientes internados em unidade de terapia intensiva.** Disponível em: <http://dx.doi.org/10.6018/global.17.4.289311>. Acesso em: 15 de março de 2020.
4. SIQUEIRA Carla C. M. Et al. **Prevalência de microrganismos e perfil de suscetibilidade antimicrobiana em um hospital universitário de Vitória (ES) Brasil.** Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1676-2444.20180014>. Acesso em: 16 de março de 2020.
5. PADRÃO Manuella da C. et al. **Prevalência de infecções hospitalares em unidade de terapia intensiva.** Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/1679-1010/2010/v8n2/a007.pdf>. Acesso em: 01 de abril de 2020.
6. **Programa Nacional De Prevenção e Controle de Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (2016-2020).** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33852/3074175/PNPCIRAS+2016-2020/f3eb5d51-616c-49fa-8003-0dcb8604e7d9>. Acesso: 10 de outubro de 2019.
7. World Health Organization. **Resistência antimicrobiana: relatório global sobre vigilância 2014.** ISBN : 978 92 4 156474 8. Disponível em: <https://www.who.int/antimicrobial-resistance>. Acesso em: 10 de março de 2020.

PREVALÊNCIA DA SÍNDROME METABÓLICA EM IDOSOS FREQUENTADORES DO LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO FÍSICA E PRÁTICA ESPORTIVA DA UNIVERSIDADE DE MARÍLIA/SP

Data de aceite: 04/02/2021

Data de submissão: 03/11/2020

Jaqueline Catarina Martins

Universidade de Marília - UNIMAR
Marília – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1122541866460402>

Carolina Pereira de Moura

Universidade de Marília - UNIMAR
Marília – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7628411927652781>

Guilherme da Silva Araujo

Universidade de Marília - UNIMAR
Marília – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0473232452310198>

RESUMO: A taxa de mortalidade por Doenças Cardiovasculares (DCV) vem crescendo de uma forma vertiginosa e englobando diversos países desenvolvidos ou subdesenvolvidos. Com ênfase aos riscos cardiovasculares e sua repercussão mundial por ser uma das principais consequências à mortalidade no mundo o desenvolvimento da Síndrome Metabólica (SM) deve ser observado e monitorado uma vez que o conjunto de disfunções cardiometabólicas que a compõe é a maneira mais fácil de identificar prevenir e tratar tais riscos cardiovasculares. A SM é considerada um agregado de fatores que predis põem às doenças cardiovasculares sendo caracterizada pela obesidade abdominal resistência à insulina hipertensão arterial e

dislipidemia. O presente trabalho trata-se de um estudo experimental em um grupo de idosos sendo os mesmos frequentadores do Laboratório de Avaliação Física e Prática Esportiva (LAFIPE) da Universidade de Marília (UNIMAR) onde seus perfis serão avaliados a partir de exames laboratoriais aplicados às amostras de sangue coletadas como colesterol total e suas frações glicose e triglicerídeos e exames físicos para a avaliação de medidas antropométricas e sociais que determinarão seus hábitos como a qualidade de vida e consumo de medicamentos. Quanto aos materiais utilizaremos os que serão necessários a coleta apenas de sangue venoso e o processamento das amostras será automatizado utilizando o aparelho Cobas Mira Plus e os reagentes específicos. Haverá também a coleta de dados dos prontuários com informações complementares e a partir da junção de todos os procedimentos esperamos encontrar um resultado significativo ou seja acima de 50% de indivíduos predispostos à SM bem como os riscos de desenvolvimento/evolução para as DCVs por se tratar de um público de faixa etária entre 60 a 80 anos de idade além de associar os resultados com as atividades ocupacionais e os hábitos rotineiros do grupo estudado.

PALAVRAS - CHAVE: Síndrome metabólica. Hipercolesterolemia. Diabetes mellitus.

PREVALENCE OF METABOLIC SYNDROME IN ELDERLY PEOPLE AT THE PHYSICAL EVALUATION AND SPORTS PRACTICE LABORATORY AT THE UNIVERSITY OF MARÍLIA/SP

ABSTRACT: The mortality rate from cardiovascular diseases (CVD) has been growing in a dizzying way encompassing several countries developed or underdeveloped. With the emphasis on cardiovascular risks and its worldwide repercussion being one of the main consequences of mortality in the world the development of Metabolic Syndrome (MS) must be observed and monitored since the set of cardiometabolic dysfunctions that compose it is the easiest to identify prevent and treat such cardiovascular risks. MS is considered an aggregate of factors predisposing to cardiovascular diseases being characterized by abdominal obesity insulin resistance arterial hypertension and dyslipidemia. The present work is an experimental study in a group of elderly people being the same attendees of the Laboratory of Physical Evaluation and Sports Practice (LAFIPE) of the University of Marília (UNIMAR) where their profiles will be evaluated based on laboratory tests applied to the blood samples collected such as total cholesterol and its fractions glucose and triglycerides and physical examinations for the evaluation of anthropometric and social measures that will determine their habits such as quality of life and medication consumption. As for the materials we will use the necessary to collect only venous blood and the processing of the samples will be automated using the Cobas Mira Plus device and the specific reagents. There will also be data collection of medical records with complementary information and from the junction of all the procedures we expect to find a significant result that is above 50% of individuals predisposed to MS as well as developmental / evolution risks for the DCVs because it is an audience between 60 and 80 years old besides associating the results with the occupational activities and routine habits of the studied group.

KEYWORDS: Metabolic syndrome. Hypercholesterolemia. Diabetes mellitus.

1 | INTRODUÇÃO

A Síndrome Metabólica (SM) é considerada um agregado de fatores que predis põem às doenças cardiovasculares (DCV) que acomete invariavelmente cerca de um quarto da população adulta mundial (International Diabetes Federation – IDF 2006). Os riscos de desenvolvimento dessa patologia se baseiam em questões bioquímicas fisiológicas clínicas e metabólicas onde nota-se o aumento direto ao risco de desenvolver *Diabetes Mellitus 2* e DCVs (Barbalho *et. al.* 2015). De acordo com Robbins *et. al.* (2016 pag. 512) “*síndrome metabólica* é associada com obesidade central esta entidade é caracterizada pela resistência à insulina hipertensão dislipidemia (LDL mais alto e HDL mais baixo) hipercoagulabilidade e estado pró-inflamatório”.

O desafio de se diagnosticar precocemente as vertentes da SM principalmente em grupo de idosos é deveras plausível uma vez que De Moura *et.al* (2017) ressaltou “Além da questão da predisposição genética ao adotarem determinado estilo de vida considerado inadequado os indivíduos se expõem ao risco de desenvolver obesidade Diabetes Mellitus (DM) Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) e Síndrome Metabólica (SM). Essa última

representa a anormalidade metabólica mais comum da atualidade e também a maior responsável por eventos cardiovasculares na população” o que nos permite determinar que não apenas a condição genética expõe o indivíduo mas sim os seus hábitos e estilo de vida.

Para que a SM seja adequadamente diagnosticada utilizamos os critérios estabelecidos pela I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica (I-DBSM) que por sua vez tomou base quanto aos critérios do National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III) tendo em vista a sua fácil compreensão e aplicabilidade para diagnóstico clínico.

É válido lembrar que a SM provém de alterações em macromoléculas presentes no soro sanguíneo o que torna capaz de ser avaliado laboratorialmente e referenciado caso haja alterações significativas. Um dos exames abordados é a Glicemia dada a partir da análise da quantidade de glicose presente na amostra (no caso o sangue) e que em níveis acima do valor de referência (≥ 126 mg/dL) apontam para doenças como *diabetes mellitus* (MILLER 2003).

A análise de Colesterol onde ainda segundo Miller (2003) “inclui-se num importante grupo de substâncias orgânicas complexas pertencentes à classe de lipídeos conhecidos como *esteróis*” deve ser aplicada sob o Colesterol Total e Frações sendo elas: HDL VLDL e LDL os quais junto a análise de triglicerídeos determina-se a presença ou ausência de hipercolesterolemia.

Medidas antropométricas como Circunferência de Pescoço (CP) Circunferência de Abdômen (CA) e cálculo de Índice de Massa Corpórea (IMC) também deverão ser abordados uma vez que os três últimos índices citados definem a relação entre a medida antropométrica em regiões medianas do corpo com habitual depósito de gordura abdominal e a obesidade. Aquela primeira define-se como um método de análise simples e prático para avaliar os resultados de acúmulo de gordura subcutânea em regiões superiores do corpo tendo como referência resultados maiores ou iguais a 39 cm para homens e maiores ou iguais a 35 cm para mulheres (PEREIRA *et. al.* 2014).

A avaliação dos pacientes que frequentam a LAFIPE (Laboratório de Avaliação Física e Prática Esportivas) da Universidade de Marília deve ser aplicada utilizando questionário já validado como a ficha de avaliação física – 2018 (LAFIPE) exames físicos e laboratoriais. Sendo necessária a obtenção de informações relevantes da história clínica como: idade hipertensão diabetes tabagismo etilismo prática de atividades físicas ou uso de medicamentos.

O estudo em questão tende a abranger as técnicas de diagnósticos laboratoriais onde os perfis dos voluntários serão traçados estatisticamente e aos que apresentarem fatores relacionados à síndrome metabólica relacionaremos uma possível causa e efeito sobre o mesmo bem como analisar outras habitualidades como o consumo de determinados medicamentos que possam ou não ser influentes para o desenvolvimento da síndrome ou

indicar a pré-disposição às doenças cardiovasculares.

2 | METODOLOGIA

2.1 Sobre o Estudo

A metodologia expõe um estudo transversal de caráter quantitativo. Para seu desenvolvimento foram analisadas as amostras dos pacientes que frequentam o laboratório de avaliação física e prática esportiva (LAFIPE) no segundo semestre de 2018. De forma voluntária houve a participação de 42 pacientes para a realização da pesquisa.

2.1.1 *Parâmetros de Inclusão*

Foram incluídos no estudo pacientes de ambos os sexos que atingiram a idade senil ou seja entre 60 e 80 anos e que frequentam periodicamente o LAFIPE da Instituição de Ensino Universidade de Marília/SP – UNIMAR.

Dessa forma foram excluídos os usuários com menos de 60 anos independente do sexo bem como aqueles que não compareceram para a entrevista e posterior coleta de sangue para procedermos com as análises bioquímicas e buscas de dados.

2.1.2 *Feições Éticas*

A pesquisa foi sujeitada em agosto de 2018 e aprovada pelo Comitê de Ética de pesquisa com seres humanos da instituição Universidade de Marília – UNIMAR / Faculdade de Medicina e Enfermagem em setembro de 2018 através da numeração do CAAE 96710718.8.0000.5496.

2.2 Coleta de Dados

2.2.1 *Dados Gerais*

Através da associação com o professor Eduardo Frederighi Baisi Chagas sobre o estudo de “Grupo de Estudos em Envelhecimento e Obesidade do (a) Universidade de Marília. GEEO” pudemos ter acesso sobre as fichas de avaliação com as qualificações pessoais e resultados de análises físicas sobre os pacientes bem como determinar detalhes importantes como: informações sobre sexo idade medidas fisiológicas de repouso registro de morbidade e medicamentos de uso contínuos.

2.2.2 *Medidas Antropométricas*

Incluído da ficha de avaliação física – 2018 obtivemos as constantes sobre as medidas antropométricas principalmente sobre as alterações nas medidas de circunferência abdominal determinada pela NCEP-ATP III (*National Cholesterol Education Program's*

Adult Treatment Panel III) como 88 cm para as mulheres e 102 cm para homens para valores de referência.

Concomitantemente tomamos nota sobre o peso e a altura dos pacientes para realizar os cálculos do IMC (índice de massa corporal) a partir da premissa definida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que classifica: baixo peso ($IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$) peso recomendado ($IMC 18,5$ a 24 kg/m^2) sobrepeso ($IMC 25$ a 29 kg/m^2) e obesidade ($IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$).

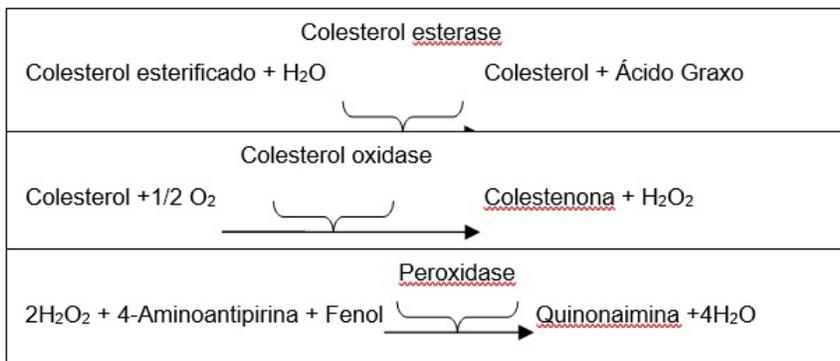
A partir da análise das fichas foram esmados os dados decorrentes da massa corporal sexo idade e estatura para obter a porcentagem de gordura corporal de cada paciente submetido ao estudo.

2.2.3 Registros Bioquímicos

Os usuários foram submetidos à coleta de sangue venoso onde tais amostras foram depositadas em tubo contendo ativador de coágulo em gel de tampa amarela e devidamente identificados e através de centrifugação por 10 minutos à 2500 r.p.m pudemos obter a amostra de plasma para proceder às análises bioquímicas.

Por intermédio do equipamento de análises bioquímicas Cobas Mira Plus foram analisados os indicadores de Glicemia Colesterol total LDL colesterol Triglicerídeos e HDL colesterol com método enzimático colorimétrico (Glicose e Colesterol total e triglicerídeos) e método de precipitação (LDL e HDL colesterol) onde os princípios dos testes são intermediados pelo equipamento com auxílio de kits Bioplus para as análises notificados da seguinte forma:

- **GLICOSE** - A Glicose é oxidada enzimaticamente pela Glicose-oxidase (GOD). O Peróxido de hidrogênio em presença da Peroxidase (POD) reage com a 4-aminoantipirina e Fenol formando um cromógeno vermelho cereja onde a intensidade de cor é proporcional à concentração de glicose.
- **COLESTEROL TOTAL:** Os ésteres de colesterol existentes na amostra são hidrolisados pela enzima colesterol esterase produzindo o colesterol livre. A enzima colesterol oxidase em presença de oxigênio catalisa a oxidação do colesterol livre produzindo peróxido de hidrogênio. A enzima peroxidase catalisa a oxidação do reagente fenólico (fenol) pelo peróxido de hidrogênio formado em presença de 4-aminoantipirina produzindo um composto róseo-avermelhado (quinonimina) que apresenta máximo de absorção em 500 nm (Quadro 1).



QUADRO 1: Reações enzimáticas de colesterol total.

- **TRIGLICERÍDEOS:** A determinação dos triglicérides por métodos enzimáticos combina a elevada especificidade da ação enzimática com a simplicidade operacional envolvida os triglicérides presentes na amostra são hidrolisados através da ação da lipase e determinados através de um composto final corado com máximo de absorção. Em 500 n.m. segundo as reações acopladas descritas abaixo. A cor formada é proporcional à concentração de triglicérides presentes na amostra.
- **LDL COLESTEROL:** As lipoproteínas de baixa densidade (LDL) na amostra analisada são precipitadas pelo polivinil sulfato. Após a centrifugação o colesterol do sobrenadante é determinado espectrofotometricamente pela reação de Trinder. A concentração de Colesterol LDL é calculada através da diferença entre o Colesterol Total do soro e o Colesterol do sobrenadante obtido após a precipitação da LDL.
- **HDL COLESTEROL:** Precipitação do VLDL e LDL e determinação enzimática do HDL Colesterol. A utilização de enzimas modificadas que em presença de um detergente polianiónico reduzem a atividade do colesterol especialmente em Quilomícrons e VLDL. As lipoproteínas LDL VLDL e quilomícrons são inibidas devido à adsorção pelo detergente em suas superfícies e que são resistentes às enzimas modificadas.

Segundo publicação da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose (2017) o valor de referência desejável que classifica o valor de Colesterol total é < 190 mg/dL Triglicerídeos é < 150 mg/dL LDL colesterol é < 100 mg/dL HDL colesterol é > 40 mg/dL e Glicose é < 100 mg/dL.

De acordo com a VII Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial para aferição da pressão arterial deve-se através da ausculta com auxílio do esfigmomanômetro e o estetoscópio determinar a pressão arterial sistólica e diastólica sendo os valores de referência da própria Diretriz como pressão arterial sistólica (PAS) (≥ 140 mmHg) e a

pressão arterial diastólica (PAD) (≥ 90 mmHg).

2.2.4 Critérios de Classificação para Síndrome Metabólica (Sm)

Para a Classificação dos pacientes com a SM foram utilizados parâmetros de referências de acordo com a I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica (I-DBSM) podendo ser caracterizada se o indivíduo apresentar no mínimo três fatores de riscos cardiovasculares sendo os cinco principais riscos abordados as alterações bioquímicas nos índices de HDL colesterol glicose e triglicerídeos bem como o aumento de pressão arterial (hipertensão arterial sistêmica) e circunferência abdominal.

Além disso pudemos aplicar uma investigação clínica e laboratorial a partir da história clínica e outros pontos importantes como idade sexo história pregressa de hipertensão e diabetes exames físicos como medida da circunferência abdominal níveis de pressão arterial e IMC.

2.2.5 Relato dos Dados

As variáveis quantitativas dos resultados obtidos das amostras foram determinadas por meio das equações de média mediana e classificação através de porcentagens com o critério de uma população com total de 42 pacientes.

As variáveis de colesterol triglicerídeos glicose HDL colesterol circunferência abdominal foram dispostos em gráficos com porcentagem que demonstram a prevalência de cada critério de avaliação concomitantemente a classificação e junção destes dados para criar um suposto diagnóstico de SM.

Para fins de comparação entre os pacientes que apresentaram as variáveis para a caracterização da SM realizamos a tabulação e prevalência dos medicamentos de uso contínuos para o tratamento destes fatores de risco. O programa utilizado para realização das tabulações gráficos e resultados das variáveis foi o software Microsoft Office Excel 2007.

3 | RESULTADOS

Os parâmetros utilizados para expressar a classificação da SM pertencem a NCEP-ATP III que define a presença dos componentes abordados para as análises onde não se distinguem etnia sendo os valores de referência utilizados para as amostras estudadas expressos no Quadro 2.

Componentes	Níveis
Obesidade Abdominal	
Mulheres	> 88 cm
Homens	> 102 cm
Triglicerídeos	≥ 150 mg/dL
HDL Colesterol	< 40 mg/dL
Pressão Arterial	≥ 130 mmHg ou ≥ 85 mmHg
Glicemia de jejum	≥ 100 mg/dL

TABELA 1 – Componentes da síndrome metabólica segundo o NCEP-ATP III.

Fonte: I Diretriz brasileira de diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica e Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016).

A maior parte dos pacientes analisados eram do sexo feminino (74%) com idade entre 60 até 80 anos das quais pudemos determinar o índice de massa corporal desfavorável pois apresentou-se medidas acima dos valores normais (84%) (Tabela 2).

ASPECTOS	N	%
SEXO		
- Masculino	11	26
- Feminino	31	74
PORCENTUAL DE GORDURA		
- Normal	10	24
- Alterado	32	76
IMC		
- <u>Eutrófico</u>	07	17
- Sobrepeso	09	22
- Obeso	26	62

TABELA 2 – Aspectos gerais dos pacientes.

Mediante a obtenção dos resultados transmitidos pelo aparelho Cobas Mira Plus sobre as análises bioquímicas conseguimos identificar as seguintes médias de alterações para cada parâmetro bioquímico analisado como glicemia (29 0%) triglicerídeos (7 0%) colesterol total (41%) e os níveis a baixo do recomendado para o HDL (2%). Nas alterações metabólicas classificadas a hipertensão sistema arterial (HAS) é o componente com

alteração entre os pacientes mais recorrente apontando um acometimento de 60% dos indivíduos como mostra o gráfico abaixo.

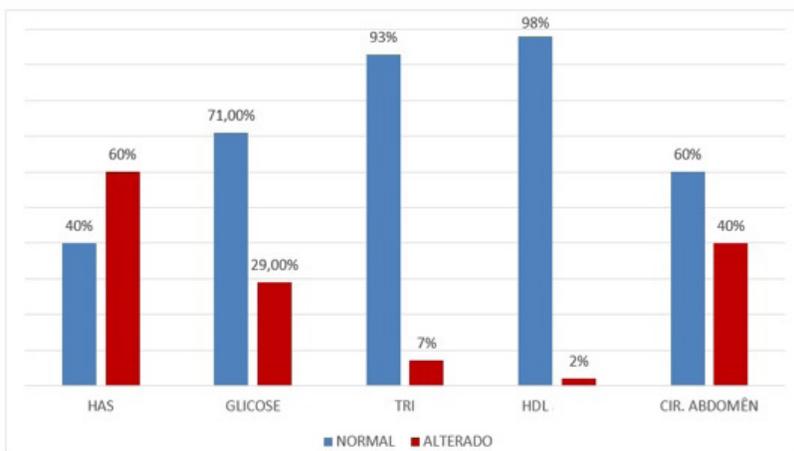


GRÁFICO 1 – Prevalência dos fatores de riscos para a síndrome metabólica entre os pacientes.

Ao analisar os dados obtidos nos foi permitido observar que entre os pacientes sujeitos às análises físicas e bioquímicas 25 deles são hipertensos 12 são diabéticos 3 são acometidos por hipertrigliceridemia dos quais 17 obtiveram altos níveis de colesterol total 15 detêm aumento de LDL na circulação e apenas 1 dos pacientes apresenta HDL em baixos níveis. Em relação à circunferência abdominal identificamos 16 mulheres e 09 homens em condição de obesidade como mostra a tabela abaixo.

Distúrbios metabólicos	nº de pacientes	%
Pressão Arterial ≥ 130 mmHg ou ≥ 85 mmHg	25	60
Glicemia ≥ 100 mg/dL	12	29
Triglicérides ≥ 150 mg/dL	03	07
Colesterol Total ≥ 199 mg/dL	17	41
LDL Colesterol ≥ 100 mg/dL	15	36
HDL Colesterol < 40 mg/dL	01	02
Obesidade Abdominal - Mulheres ≥ 88 cm	16	39
Homens > 102 cm	09	21

TABELA 3 – Alterações relativas aos fatores de risco para a SM.

Em comparação à todas as alterações obtidas nos exames que determinam se o indivíduo possui ou não os riscos que compõem a síndrome metabólica evidenciamos que 09 pessoas continham a tríade entre hipertensão diabetes e dislipidemia sendo 66,6% delas do sexo feminino.

Portanto numa amostra de 42 pacientes analisados identificamos uma prevalência à síndrome metabólica em cerca de 21% dos indivíduos como mostra o gráfico 2.

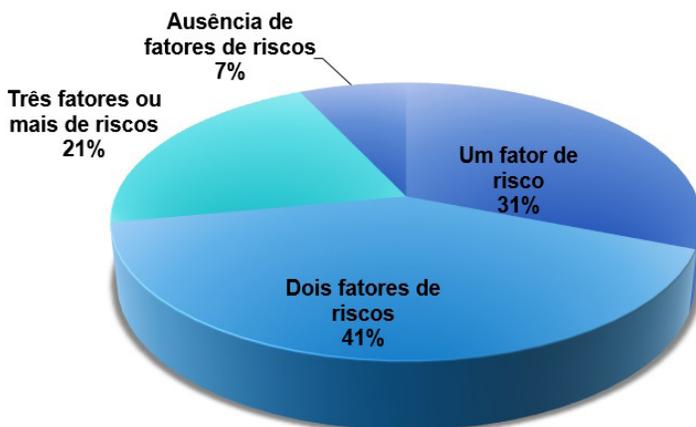


GRÁFICO 2 – Diagnóstico possível de SM entre os pacientes.

Em relação ao provável diagnóstico da SM foi identificado que o predomínio da SM em mulheres (66,6%) do total geral que apresentou a tríade com idade média de 63 anos sendo que tais mulheres apresentaram alterações significativas no IMC classificadas com obesidade.

Para comparar a prevalência da SM nos pacientes estudados obtivemos através de ficha de avaliação informações sobre os medicamentos de uso diário dos pacientes para controle de doenças crônicas. Os medicamentos de uso relatados são de importância para tratamento de um ou mais fatores de riscos da síndrome metabólica.

Sobre a totalidade dos pacientes analisados 74% deles fazem uso de um ou mais tipos de medicamentos com uma evidência nos medicamentos para tratamento da hipertensão arterial sistêmica (59%) independente do sexo do paciente foram observados em 17% dos casos o uso de medicamentos para tratamento da dislipidemia e 31% para diabetes (Gráfico 3).

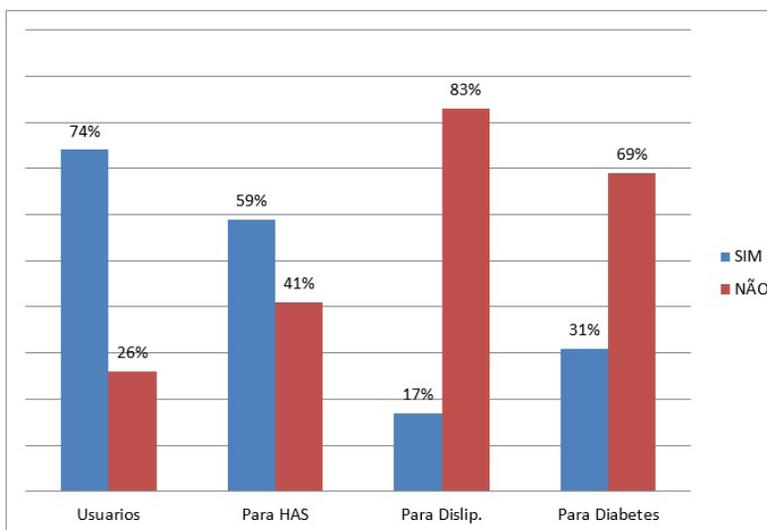


GRÁFICO 3 – Porcentagem de pacientes que utilizam medicamentos.

4 | DISCUSSÃO

A partir da premissa de que a SM consiste num conjunto de alterações fisiopatológicas relacionados à distúrbios metabólicos e as limitações que estas causam na qualidade de vida do idoso repercute no surgimento de condições crônicas patológicas à estes (ROCHA *et. al.* 2016) podemos determinar que a maioria dos pacientes aderem a tratamentos com medicamentos para certas patologias que compõe a síndrome metabólica sendo evidente que as alterações bioquímicas para aumento crônico da pressão arterial diabetes e dislipidemias já foram diagnosticadas ao indivíduo e quando analisadas as amostras laboratorialmente o controle dos índices via tratamento se encontra oculto dos resultados laboratoriais.

Ademais é notório que os níveis de colesterol e as medidas de circunferência abdominal se apresentam elevadas no público alvo o que torna preocupante considerando que existe uma rotina de atividades físicas aplicadas aos pacientes no LAFIPE pois os níveis elevam a probabilidade de desenvolvimento de riscos cardiovasculares sendo que o colesterol tem importante papel sob alterações nas vias de circulação e comprometimento destas.

Por fim a correlação entre os altos índices de pacientes que desenvolveram diversamente os riscos determinados pela I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica associados com as patologias como diabetes hipertensão e dislipidemia pôde ser observada e a tríade foi determinada em vinte e um por cento dos pacientes dos quais a maioria pertence ao sexo feminino bem como a participação da

maioria do público feminino levantou a necessidade de indicar uma prevalência de duas a cada dez mulheres a serem acometidas pela síndrome metabólica bem como três a cada dez homens podem desenvolver a tríade de acordo com o público analisado.

51 CONCLUSÃO

Conclui-se que na amostra abordada a síndrome metabólica está presente em pouco menos de um quarto dos indivíduos (21%) sendo a maioria do sexo feminino uma vez que segundo Rocha *et al.* (2016) “Essa maior prevalência de SM entre as mulheres idosas pode ser devido ao fato de as mesmas apresentarem maior deposição de gordura corporal além de a redução dos níveis de estrogênio com o avançar da idade influenciarem no aparecimento das dislipidemias e deposição de gordura abdominal”.

Com isso observamos que tal amostra apresenta índices favoráveis para prevenção da síndrome metabólica uma vez que isoladamente há a ascensão de doenças como diabetes hipertensão e dislipidemia das quais são visivelmente tratadas com o uso de medicamentos para esse fim.

Ademais em comparação à estudos recentes que envolvem a síndrome metabólica podemos identificar uma variação quanto a prevalência de região para região pois o acometimento pela síndrome depende de instalação de doenças crônicas e que intermedeiam aspectos habituais e econômicos de cada região sendo um importante assunto de saúde pública e o diagnóstico correto da síndrome metabólica traz benefícios tanto como a mensuração de casos presentes na região estudada quanto medidas efetivas para tratamento e melhoria da qualidade de vida dos indivíduos (SAAD *et al.* 2013).

REFERÊNCIAS

BARBALHO Sandra Maria *et al.* **Síndrome metabólica aterosclerose e inflamação: tríade indissociável?**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/jvb/v14n4/1677-5449-jvb-1677-544904315.pdf>>. Acesso: 08 ago. 2018.

DE MOURA Ionara Holanda. *et al.* **Construção e validação de material educativo para prevenção de síndrome metabólica em adolescentes.** 2017. 6 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí Teresina Piauí Brasil.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION. **The IDF consensus worldwide definition of the Metabolic Syndrome.** Disponível em: <<https://www.idf.org/component/attachments/attachments.html?id=705&task=download>> . Acesso em: 10 maio 2018.

MILLER Otto. **O laboratório e os métodos de imagem para o clínico.** São Paulo: Editora Atheneu 2003. p. 560.

PEREIRA Dayse Christina Rodrigues *et al.* **Circunferência do pescoço como possível marcador para síndrome metabólica em universitários.** Rev. Latino-Am. Enfermagem. Edição Nov-Dez 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rlae/v22n6/pt_0104-1169-rlae-22-06-00973.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2018.

ROBBINS Stanley L. *et. al.* **Patologia**: Bases patológicas das doenças. 9 ed. Rio de Janeiro: Elsevier 2016. p. 1421.

ROCHA Fabiana Luceno; DE MELO Rômulo Lustosa Pimenteira; DE MENEZES Tarciana Nobre. **Fatores associados à síndrome metabólica em idosos do interior do Nordeste brasileiro**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbpg/v19n6/pt_1809-9823-rbpg-19-06-00978.pdf>. Data de acesso: 07 dez. 2018.

SAAD Maria Auxiliadora Nogueira. *et.al.* **Prevalência de Síndrome Metabólica em Idosos e Concordância entre Quatro Critérios Diagnósticos**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abc/v102n3/0066-782X-abc-20140013.pdf>>. Data de acesso: 07 dez. 2018.

SBC. **Atualização da Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose**. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2017/02_DIRETRIZ_DE_DISLIPIDEMIAS.pdf>. Data de acesso: 09 nov. 2018.

SBC. **7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial**. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/2014/diretrizes/2016/05_HIPERTENSAO_ARTERIAL.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO. **I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abc/v84s1/a01v84s1.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

SBD. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes**. Disponível em: <<https://www.diabetes.org.br/profissionais/images/docs/DIRETRIZES-SBD-2015-2016.pdf>>. Data de acesso: 09 nov. 2018.

CAPÍTULO 17

PROBLEMATIZANDO AS QUESTÕES DE GÊNERO E AS SEXUALIDADES ATRAVÉS DA MÚSICA NO ENSINO BIOLOGIA

Data de aceite: 04/02/2021

Alan Belizário Cruz

Universidade Regional do Cariri-URCA
Milagres-Ce
<http://lattes.cnpq.br/7584151913155847>

Gizeuda Fernandes da Silva Araújo

Universidade Regional do Cariri-URCA
Juazeiro do Norte-Ce
<http://lattes.cnpq.br/9215460705342936>

Lara Rhyanne Fernandes Xavier

Universidade Regional do Cariri-URCA
Milagres-Ce
<http://lattes.cnpq.br/3776669958487577>

Maria Jamilis da Silva Santos

Universidade Regional do Cariri-URCA
Milagres-Ce
<http://lattes.cnpq.br/3158130085489784>

Maria Eudair Oliveira da Silva

Universidade Regional do Cariri-URCA
Milagres-Ce
<http://lattes.cnpq.br/8803479533582348>

Maria Edilania da Silva Serafim Pereira

Universidade Regional do Cariri-URCA
Caririáçu-Ce
<http://lattes.cnpq.br/9257971862199234>

Socorro Marcia Gomes Torres

Rede de Educação Básica do Município do
Crato – CE
Crato-Ce
<http://lattes.cnpq.br/5324345390078348>

Francileide Vieira Figueiredo

Universidade Estadual Paulista Júlio de
Mesquita Filho
Universidade Regional do Cariri –URCA
Crato-Ce
<http://lattes.cnpq.br/9617119577105173>

Cicero Magerbio Gomes Torres

Universidade Regional do Cariri – URCA
Crato-Ce
<http://lattes.cnpq.br/6032179405750504>

RESUMO: Na atualidade os assuntos envolvendo sexualidade e gênero tem sido abordado com frequência pelos meios de comunicação estando presentes em novelas noticiários filmes e redes sociais. Neste contexto a discussão ultrapassa os discursos morais e religiosos normativos impregnados historicamente no contexto social e passa a se tornar pauta de reivindicações pelos movimentos LGBTs feministas e escolas. Diante dos avanços e retrocessos nos discursos e políticas seu impacto no campo do ensino tornar-se nevrálgico e sua problematização importante para o Ensino de Biologia. Neste sentido o trabalho apresenta como objetivo problematizar as questões de gênero e sexualidade através da música no Ensino de Biologia. A pesquisa delimitou-se como sendo do tipo exploratória qualitativa e participante. Participaram da pesquisa os alunos dos 3º anos do Ensino Médio da escola Virgílio Távora localizada na cidade de Barbalha - Ceará. Utilizou – se como instrumento para a coleta dos dados a realização de uma oficina sobre sexualidade e gênero e a

produção de desenhos construídos a partir da reflexão e discussão sobre a letra da música “Amor e Sexo”. Os dados analisados apontam para o entendimento de que os participantes da pesquisa compreendem que as questões de sexualidade de gênero apresentam-se de forma limitada no âmbito social. Os participantes consideram que as pessoas devem viver de acordo com as questões que as tornam felizes uma vez que compreendem a sexualidade como orgânica. Quanto aos desenhos pode-se perceber que os participantes evidenciaram de forma expressiva a passagem da letra da música que destaca que o “Amor é para sempre” considerando com isso que todas as formas de amor devem ser respeitadas. Conclui-se com isso que a problemática sobre as questões de gênero e sexualidade trabalhadas a partir da música no Ensino de Biologia apresentou-se de forma significativa para ensinar Biologia ao tempo a mesma apresentou-se como relevante e educativa para a escolar uma vez que pode-se perceber que as questões discutidas na oficina foram ampliadas para o corpo docente núcleo gestor e comunidade escolar.

PALAVRAS - CHAVE: Escola. Oficina Didática. Ensino de Biologia.

PROBLEMATIZING GENDER ISSUES AND SEXUALITIES THROUGH MUSIC IN TEACHING BIOLOGY

ABSTRACT: Nowadays issues involving sexuality and gender have been frequently addressed by the media being present in soap operas news films and social networks. In this context the discussion goes beyond the normative moral and religious discourses historically impregnated in the social context and starts to become an agenda of demands by LGBT movements feminists and schools. In view of the advances and setbacks in the discourses and policies their impact in the field of teaching become neuralgic and its important problematization for the Teaching of Biology. In this sense the work aims to problematize gender and sexuality issues through music in Biology Education. The research was designed as exploratory qualitative and participatory. The students of the 3rd years of high school at Virgílio Távora school located in the city of Barbalha - Ceará participated in the research. As a tool for data collection a workshop on sexuality and gender and the production of drawings constructed from reflection and discussion about the lyrics of the song “Amor e Sexo” were used. The analyzed data point to the understanding that the research participants understand that gender sexuality issues present themselves in a limited way in the social sphere. Participants consider that people should live according to the issues that make them happy since they understand sexuality as organic. As for the drawings it can be seen that the participants showed in an expressive way the passage of the lyrics of the song that highlights that “Love is forever” considering that all forms of love must be respected. It is concluded with this that the problematic about gender and sexuality issues worked from music in Biology Teaching presented itself in a significant way to teach Biology at the same time it presented itself as relevant and educational for the school since it can be seen that the issues discussed in the workshop were extended to the teaching staff management nucleus and school community.

KEYWORDS: School. Didactic Workshop. Biology teaching.

INTRODUÇÃO

Na atualidade os assuntos envolvendo sexualidade e gênero tem sido abordados com frequência pelos meios de comunicação estando presentes em novelas, noticiários, filmes e redes sociais. Neste contexto a discussão ultrapassa os discursos morais e religioso normativos impregnados historicamente no contexto social e passa a se tornar pauta de reivindicações pelos movimentos LGBTQs, feministas e nas escolas (PEREIRA 2015).

Atualmente no Brasil presencia-se um crescimento em relação ao acesso às novas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) por parte das crianças e adolescentes. Dentre os conteúdos disseminados por esses meios estão ideias, condutas e posturas relacionadas às questões de gênero e sexualidade transmitidas para aos jovens que partilham dessas tecnologias e mídias (DESIDÉRIO 2018).

A escola por sua vez torna-se um importante meio para que esses conceitos e ideias sejam repensados de forma a desnaturaliza-los transformando-os em conhecimentos contextualizados tendo-se como pressuposto que a construção do conhecimento passa por processos sociais e científicos, ressignificação, reflexões teórica e epistemológica (DESIDÉRIO 2018).

No âmbito dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) as questões de gênero e de sexualidade aparecem como tema transversal o que significa que tanto a concepção quanto os objetivos e conteúdos propostos referente a Orientação Sexual encontram-se contemplados pelas diversas áreas do conhecimento. O posicionamento proposto para o tema Orientação Sexual assim como acontece com todos os Temas Transversais busca perpassar a prática educativa contextualizada, interdisciplinar, crítica e reflexiva que ocorre na escola. Cada área busca tratar da temática da sexualidade por meio da sua própria proposta de trabalho em diálogo com o contexto da escola (BRASIL 1997, p. 87).

De acordo com Silva (2019) as Ciências da Natureza e sua determinação biológica possui limitações científica e tecnológicas para definir ou explicar a multiplicidade de identidades sexuais existentes ou ainda contemplar todas as subjetividades do corpo e do comportamento humano. Compreende-se que as questões de gênero e sexualidade não são explicadas apenas a partir dos conhecimentos sobre as Ciências Naturais, uma vez que essas questões estão relacionadas a aspectos culturais, sociais e interdisciplinares.

A autora explicita que comumente são utilizadas para a abordagem de conteúdos sobre sexualidade apenas conhecimentos biológicos sobre o corpo que por si só não garante a explicação dos fenômenos em sua totalidade e nem o entendimento da complexidade nas representações de gênero e identidade.

Por este motivo compreende-se as indicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais em estabelecer as questões de gênero e sexualidade a partir de um processo mais amplo e contextualizado haja visto que as formas de expressar a sexualidade estão

relacionadas com a história de vida das pessoas. Existe portanto uma singularidade da experiência sexual que não pode ser desprezada. Cada pessoa tem o direito de reproduzir e elaborar de modos diferentes a compreensão da sexualidade que desenvolveu durante sua história. Isso pode levar a ter variadas maneiras de experimentar a sexualidade em relação tanto à expressão quanto à prática (TORRES 2017).

No entanto destaca Monteiro e Ribeiro (2020) que

Na atual BNCC notamos que há mais limitações do que potencialidades quando se pensa em Sexualidade e Gênero dado que se reservou uma breve discussão sobre o tema apenas no oitavo ano. A habilidade 11 não é suficiente para uma discussão consistente sobre Sexualidade até por que ela não é acompanhada de uma progressão como seria necessário para um tema complexo que vai além do biológico deparando-se com aspectos sociais e culturais. Embora haja uma omissão curricular dessas temáticas ainda precisamos agir para que práticas e atitudes preconceituosas sejam combatidas no espaço escolar (MONTEIRO e RIBEIRO 2020 p. 19).

Monteiro e Ribeiro (2020) reiteram ainda que o trecho que defendia o respeito à orientação sexual foi suprimido o que expressa o quanto a elaboração e aprovação da Base Nacional Comum Curricular sofreu fortes influências religiosas fundamentalistas conservadoras e moralizantes ao tempo em que reduziu a questão à ótica biológica. Essas limitações vão na contramão do caminho favorável à Educação Sexual traçado desde as primeiras décadas do século XX. O que se tem a partir da BNCC é um forte conservadorismo que acaba se legitimando por meio de normas diretrizes avaliações dentre outros (ARROYO 2011).

Diante das possibilidades de trabalhar a educação sexual no ambiente escolar em meio às novas perspectivas que surgem no campo da educação no que concerne às orientações curriculares e aos delineamentos dos estudos culturais emerge a necessidade de um ensino de Biologia que transponha a realidade biológica inscrita nos corpos. Torna-se pertinente considerarmos todas as transformações sociais que se traduzem nas novas formas de relacionamentos e estilos de vida de representações de masculinidades e feminilidades da diversidade de identidades culturais e das várias formas de desejos afetos e comportamentos sexuais (SILVA 2019).

No que se diz respeito a discussão sobre a diversidade sexual Mano Gouveia e Schall (2009) sugerem que a complexidade em abordar um tema como a sexualidade encontra-se na necessidade de um discurso claro diante de um tema tradicionalmente silenciado por fatores que são impostos culturalmente pela sociedade heteronormativa. Significa também apresentar alternativas de pensamento para respeitar a pluralidade de ideias presentes na sociedade e a adequação da linguagem à faixa etária e grupo populacional.

Ainda no PCN há a discussão sobre relações de gênero que tem como objetivo combater relações autoritárias questionar a rigidez dos padrões de conduta estabelecidos

para homens e mulheres e apontar para sua transformação. Dessa forma a flexibilização dos padrões visa permitir a expressão de potencialidades existentes em cada ser humano que são dificultadas pelos estereótipos de gênero (BRASIL 1997 p. 99).

Diante dos avanços e retrocessos nos discursos e políticas e seu impacto no campo do ensino torna-se nevrálgico a sua problematização tão importante para o Ensino de Biologia. Com a incorporação de metodologias participativas com ênfase na construção de saberes sobre aspectos socioculturais relacionados ao tema utilizando o lúdico e as próprias vivências dos/as estudantes o trabalho apresenta como objetivo problematizar as questões de gênero e sexualidade através da música no Ensino de Biologia abordagem realizada através da produção de desenhos construídos a partir da reflexão e discussão sobre a letra da música “Amor e Sexo” da cantora Rita Lee.

REFERENCIAL TEÓRICO

A sexualidade humana tem sido objeto de estudos e pesquisas de diversas áreas como a Psicologia Antropologia Educação Sociologia e as Ciências Médicas o que culmina na constituição de um conjunto de conhecimentos produzido social e historicamente pela humanidade sobre essa temática (COELHO 2014).

Para Coelho (2014) muitos significados têm sido construídos sócio-historicamente sobre como às sexualidades são marcados por uma visão reducionista que prima por aspectos biológicos o que infelizmente pode levar à desconsideração de aspectos histórico-sociais na construção e vivência da sexualidade humana.

A questão de gênero é reconhecida como um tema político e socialmente necessário de ser trabalhado na educação escolar. E quando se trata de gênero é uma questão que perpassa por todos os discursos morais religiosos e éticos (DOS REIS 2016).

Gênero nessa concepção torna-se uma forma de organizar socialmente os sexos mais do que uma mera interpretação cultural dos mesmos. Partindo dessa perspectiva se a própria percepção do corpo e do sexo é tomada como cultural o conceito de sexo é apropriado pelo conceito de gênero como define Judith Butler (2010a).

Além de estar dentro de uma discussão e legitimação científica enquanto área de pesquisa o estudo de gênero na Educação Básica ainda é alvo de tabu no qual o enfoque são as desigualdades biológicas entre homens e mulheres abordadas superficialmente e voltadas para a reprodução humana (DOS REIS 2016).

Logo ao pensarmos em homens e mulheres devemos entendê-los como categorias mutáveis. Essa dinamicidade não existe só no binarismo entre homem e mulher como também no interior de cada um (SENKEVICS e POLIDORO 2012).

As masculinidades e feminilidades portanto emergem como importantes conceitos para destrinchar a construção social do masculino e do feminino na mesma linha de raciocínio estabelecida para o conceito de gênero qual seja homens e mulheres são categorias socioculturais construídas historicamente a partir de práticas sentidos e significados que em determinado contexto nomeiam o que pertence a um universo masculino ou feminino (SENKEVICS e POLIDORO 2012).

Para Torres (2010) entendemos que a discussão da diversidade sexual está intimamente ligada à defesa do reconhecimento de diferentes possibilidades de vivenciar a sexualidade principalmente no que se refere às orientações sexuais e identidades de gênero que fogem ao padrão heterossexista da sociedade atual.

Os significados relacionados à diversidade sexual e ao preconceito contra LGBT legitimam a discriminação desses sujeitos também no ambiente escolar sendo necessários esforços que desvelam e ressignifiquem práticas discursos e atitudes compreendendo seus condicionantes sociais e históricos (COELHO 2014).

Em relação à discussão sobre a diversidade sexual Mano Gouveia e Schall (2009) sugerem que o relacionamento entre pessoas do mesmo sexo apareça em todos os níveis de escolaridade. Com linguagem adequada à faixa etária a qual se destinam destacam a diversidade de modelos familiares e a afetividade mútua que leva as pessoas a estabelecerem um relacionamento.

As discussões sobre orientação sexual precisa ser crítica e reflexiva para que o aluno possa compreender e questione a temática assim como estabelecer sua compreensão distanciando-se de posições passivas questionar e problematizar os discursos e não recebê-las como modismo. Por este motivo a mesma precisa ser crítica para assim ajudar o aluno a construir sua própria escala de valores a partir de uma consciência crítica que o capacite a ver questionar julgar e agir. Outra característica que não pode ser isolada é que a orientação sexual precisa também ser informativa possibilitando que o aluno encontre espaço para debater e entender seus medos ansiedades e angústias (REIS 2005) na perspectiva de desconstruir estereótipos impostos pela sociedade heteronormativa.

Na tentativa de se alcançar a reflexão e a criticidade o professor deve construir um ambiente propício para as discussões mostrando-se confiável acessível e disponível aos adolescentes compreendendo que os alunos buscam as respostas às curiosidades e dúvidas geradas pela vivência da sexualidade. Sendo assim ao promover espaços de reflexão sobre sexualidade o professor deve sentir-se à vontade para tratar de tais assuntos com os adolescentes não se utilizando de verdades absolutas e moralismos uma vez que preconceitos e tabus deverão ser desconstruídos durante as discussões (REIS & RIBEIRO 2005; BARCELOS et al 1996).

Para Louro (2000) as fronteiras de gênero e de sexualidade estão sendo atravessadas e subvertidas embora à classificação e norma ainda sejam exercidas de alguma forma na escola e anunciadas pelas falas e gestos de adultos e crianças. Destaca o autor “a

sexualidade não é apenas uma questão pessoal mas é social e política [...] é construída ao longo de toda a vida de muitos modos por todos os modos por todos os sujeitos” (LOURO 2000 p.8). Por este motivo “a escola deve evitar a excessiva “terceirização” na abordagem dos assuntos de gênero e sexualidade” (SEFFNER 2016 p.78).

Neste contexto o debate sobre sexualidade e gênero apresentado na seção dos resultados da pesquisa foi delineado a favorecer o diálogo em grupo na possibilidade de alcançar a subjetivação e possíveis mudanças de posturas frente à percepção sobre a definição de sexualidade tendo-se como base a percepção dos jovens sobre a temática suas motivações perspectivas afetividade fidelidade preconceitos e estereótipos.

METODOLOGIA

Com intuito de promover a compreensão acerca do assunto abordado o artigo pauta o método de pesquisa exploratória qualitativa e participante. A fim de investigar questões de gênero e as sexualidades através da música no Ensino Biologia. Para isso a pesquisa será baseada em autores relacionados à área do Ensino de Ciências e Biologia buscando ampliar os conhecimentos acerca dessa temática.

A pesquisa assim enfatiza o caráter qualitativo que busca analisar e interpretar aspectos mais subjetivos a qual descreve a complexidade do comportamento humano e fornece uma análise com riqueza de detalhes sobre os hábitos atitudes investigações e tendências de comportamento. Através desta o pesquisador estabelece um contato direto e duradouro com os grupos humanos meio ambientes e situação da investigação o que permite um contato bem de perto com os participantes do estudo (MARCONI; LAKATOS; 2010).

O estudo foi realizado no ano de 2019 com os alunos dos 3º anos do Ensino Médio da E.E.M. Virgílio Távora localizada no município de Barbalha-Ceará. De acordo com último censo do IBGE 2010 a cidade estima uma população de 55.323 habitantes e tem uma área da unidade territorial de 608 158 km². A pesquisa então foi delineada através da música “Amor e Sexo” da cantora Rita Lee com intuito de dialogar questões de gênero e sexualidade nas aulas de Ciências e Biologia a fim de desnaturalizar estereótipos impostos pela sociedade.

Nesta perspectiva utilizou-se como instrumento para a coleta de dados a realização de uma oficina sobre sexualidade e gênero e a produção de desenhos construídos a partir da reflexão e discussão sobre a letra da música “Amor e Sexo” da cantora Rita Lee. Dessa forma a música foi empregada como ferramenta pedagógica com a intenção de instigar nos discentes uma análise e desenvolvimento de desenhos que posteriormente foram expostos e elucidado acerca de suas interpretações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa obteve então dados que apontam para o entendimento de que os participantes compreenderam que as questões de sexualidade de gênero apresentam-se de forma limitada no âmbito social. Nessa perspectiva as disciplinas de Ciências e Biologia ainda estão muito arraigadas a princípios que expressão ideais “biologizantes” o que culmina por vezes na compreensão dos corpos imersos a concepções heteronormativos onde não há abordagens desconstruídas de tais padrões.

Entender gênero e sexualidade dessa forma permite-nos questionar as determinações a partir do corpo biológico- o sexo- que atribui marcas e comportamentos a corpos de mulheres e de homens numa lógica binária pautada na genitália. É importante destacar que não estamos negando a existência de uma materialidade biológica ou seja que inscreve marcas nos corpos dos sujeitos e também os constitui. Ao compreendermos o que o gênero e a sexualidade são produzidos culturalmente entendemos que os discursos impressos sobre eles não são uma condição determinada pelo sexo tampouco fixos (BUTLER 2017; CASTRO 2019)

Acerca da compreensão dos corpos em tal caso nas escolas os conceitos transmitidos aos discentes são limitados a questões conteudistas focados na anatomia humana de homens e mulheres. Entretanto com tal restrição o ensino torna-se insuficiente gerando dúvidas questionamentos e falta de aceitação para aqueles que estão além dos padrões.

O conceito de masculinidade por exemplo ao longo do seu percurso histórico tem questionado a afirmação de que a constituição da sexualidade humana funda-se numa perspectiva natural delimitada pelo sexo biológico. Os aspectos físicos inscritos nos corpos funcionavam como um distintivo deixando claro que a “diferença entre os sexos era fruto de uma estrutura natural inquestionável” (BOTTON 2007 p. 110).

Esse argumento fundamentou muitos discursos como também tornou-se o centro de muitos debates e questionamentos divergentes envolvendo os vários campos de estudos humanos. Cada vez mais posicionamentos e opiniões são tensionados sugerindo transformações conceituais no tocante as percepções da sexualidade de homens e mulheres contrapondo-se ao referencial binário pré-estabelecido. Neste sentido é necessário que reconheçamos que a escola não apenas reproduz ou reflete as concepções de gênero e sexualidade que circulam na sociedade mas que ela própria produz (LOURO 2008 p.80).

As concepções acerca de gênero e sexualidade observadas nos discentes trazem consigo um conhecimento cultural que por sua vez permeia a visão destes no âmbito escolar. Desta forma é imposto aos discentes uma visão heteronormativa no que concerne a gênero e sexualidade. Não obstante ainda se encontram barreiras entre os docentes no que se refere as aulas de gênero e sexualidade na disciplina de Ciências. Nessa imersão é possível identificar diálogos que demonstram limitação para a obtenção de informações

que cercam a temática em sala de aula.

Oliveira (2009) concluiu que o conhecimento sobre e para o indivíduo necessita ser construído num ambiente que privilegie o diálogo com oportunidades de questionar e analisar situações. No ensino há uma abertura para que se realizem atividades motivadoras que envolvam os estudantes nas quais estes possam discutir resgatar e expor as suas concepções revendo ideias de senso comum e construindo conhecimento embasado no conhecimento científico.

Os discentes trazem nos seus desenhos reflexões sobre a sexualidade imposta pela sociedade. Os mesmos trazem em seus relatos a gravidez na adolescência o abuso sexual e vivências de suas vidas. A construção histórico-cultural dos conceitos de sexualidade ocorre através de diferentes formações mas é permeada e regida constantemente pela 'ordem social' ou seja toda sociedade contribui por meio da educação formal e informal para a formação de conceitos e condutas vinculados à sexualidade (DINIS & ASSINELLI-LUZ 2006)

Quanto as análises dos desenhos foram expostos grande representação de temas como objetificação do corpo feminino Infecções Sexualmente Transmissíveis e gravidez na adolescência. Nessa perspectiva ressalta-se que os mesmos trazem relatos de vivências grotescas nos seus desenhos e ideais da sociedade com seus padrões e estigmas que acabam sendo reproduzidos por eles.

[...] Desde a alta idade média o louco é aquele cujo discurso não pode circular como o dos outros: pode ocorrer que sua palavra seja considerada nula e não seja acolhida não tendo verdade nem importância não podendo testemunhar na justiça não podendo autenticar um ato ou um contrato não podendo nem mesmo no sacrifício da missa permitir a transubstanciação e fazer do pão um corpo; pode ocorrer também com contrapartida que se atribua por oposição a todas as outras estranhos poderes o de dizer uma verdade escondida o de pronunciar o futuro o de enxergar com toda a ingenuidade aquilo que a sabedoria dos outros não pode perceber (FOUCAULT 2001 p. 10-11).

Outros pontos de grande relevância apontados por eles correspondem a forma heteronormativa que representam a família composta apenas por homem e mulher os diálogos pertinentes do que seria sexo e amor muitas vezes constituídos separadamente e o perceptível e frequente medo de enfrenta o âmbito familiar cedo com uma gravidez precoce.

Compreende-se a partir do exposto que os desenhos dos discentes ressaltam incertezas frustrações e medos impregnados pela sociedade visto que as relações sociais ainda estão visibilizadas a padrões e romantização traduzindo com isso as relações heteronormativas impostas culturalmente.

CONCLUSÃO

Considera-se a escola um ambiente importante para discutir a problemática sobre as questões de gênero e sexualidade muito embora a mesma se apresente em alguns momentos resistente para a discussão e problematização. No entanto concordamos com Galet; Seffner (2016 p.767) ao afirmarem que “o ambiente escolar e particularmente o espaço da sala de aula são locais de intensa produção de modos de ser homem e mulher” neste sentido a escola precisa ser um espaço aberto que mobilize cotidianamente esse debate.

Destaca-se ainda que trabalhar a musicalidade como ferramenta didática portou-se ter uma assimilação mais aprofundada sobre a percepção dos estudantes sobre a temática bem como a representação nos desenhos. A música vincula-se as emoções e como forma de linguagem desenvolve seus sentidos emoções e expressa a harmonia de viver (COPETTI; ZANETTI; CAMARGO p. 2 2011). Desta forma observa-se a expressividade e o entendimento dos alunos acerca da proposta da oficina na escola ambiente para reflexão e desconstruções impostas pela sociedade. Notabiliza-se nas discussões a passagem da letra em que o “Amor é para sempre” nas argumentações dos participantes demonstra-se com isso que todas as formas de amor devem ser respeitadas.

Os desenhos evidenciam a objetificação do corpo feminino Infecções Sexualmente Transmissíveis e gravidez na adolescência; ao mesmo tempo nota-se as incertezas frustrações e medos impregnados pela sociedade uma vez que as relações sociais até este momento viabilizam os padrões e a romantização ainda impostas culturalmente. Nessa perspectiva ressalta-se os relatos de vivências e ideais da sociedade como seus padrões e estigmas isto posto sendo reproduzidos por eles.

A realização da oficina pedagógica apresentou-se de forma significativa para os estudantes assim como relevante e de caráter educativa para as discussões referentes as questões de gênero e sexualidade no Ensino de Biologia desta forma a mesma foi ampliada para o corpo docente núcleo gestor e comunidade escolar. Sendo assim pode-se concluir sobre a importância da realização de práticas pedagógicas de oficinas para o Ensino de Biologia como sendo profícua para a troca de saberes e experiências ressignificação de conceitos previamente estabelecidos e o desenvolvimento do pensamento crítico reflexivo inclusivo e integrador da diversidade e das diferenças.

REFERÊNCIAS

ARROYO MIGUEL G. **Políticas educacionais igualdade e diferenças**. RBPAAE – v.27 n.1 p. 83-94 jan./abr. 2011

BARCELOS N. S. et al. Educação sexual: relato de uma experiência. **Revista Brasileira de Sexualidade Humana** v. 7 n. esp. 2 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: pluralidade cultural orientação sexual**. Brasília: MEC/SEF 1997.

BUTLER Judith. Problemas de gênero: feminismo e subversão da identidade. 15. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira 2017. 288 p

CASTRO Roney Polato de; SOUZA Marcos Lopes de; SILVA Elenita Pinheiro de Queiroz. Apresentação In: MARCO Fabiana fiorenze de (org.). Dossiê Educação em Ciências relações de gênero e sexualidades: velhos conflitos e novos diálogos. Ensino Em Revista Uberlândia V. 26 n. 1 p. 11-15 jan./abr. 2019. ISSN: 1983-1730.

COELHO Leandro Jorge. Diversidade sexual e ensino de ciências: buscando sentidos. 2014. 155 f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho Faculdade de Ciências 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/110899>>.

COPETTI Aline Aparecida Oliveira; ZANETTI Adriane; CAMARGO Maria Aparecida Santana. A música enquanto instrumento de aprendizagem significativa: a arte dos sons. **XVI Seminário Interinstitucional de ensino pesquisa e extensão** 2011.

DESIDÉRIO Ricardo. Reflexões sobre a sexualidade nos espaços midiáticos. Londrina: Syntagma Editores p. 353 2018.

DOS REIS Neilton; DOS REIS Isabela. Questões de gênero no Ensino Médio: interfaces em Sociologia Biologia e interdisciplinaridade. **Movimentação** v. 3 n. 4 p. 89-106 2016.

FREITAS Kelly Ribeiro de; DIAS Silvana Maria Zarth. Percepções de adolescentes sobre sua sexualidade. **Texto & Contexto-Enfermagem** v. 19 n. 2 p. 351-357 2010.

GALET C.; SEFFNER F. **Dois olhares sobre masculinidades no ambiente escolar: Brasil e Espanha**. Revista Ibero-Americana de Estudos Educacionais v. 11 n. 2 abr-jun 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.21723/RIAEE.v11.n2.p767>. Acesso em: 24.08.2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2010. Resultado dos Dados Preliminares do Censo – 2010. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/barbalha/panorama>

LOURO Guacira Lopes. Gênero Sexualidade e Educação: uma perspectiva pós-estruturalista. 10. ed. Petrópolis: Vozes 2008.

LOURO G. L. **Corpo escola e identidade**. Educação & Realidade Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul v. 25 n. 2 p. 59-75 jul./dez. 2000.

MANO Sonia Maria Figueira; GOUVEIA Fabio Castro; SCHALL Virgínia Torres. “Amor e sexo: mitos verdades e fantasias”: jovens avaliam potencial de material multimídia educativo em saúde. **Ciência & Educação (Bauru)** v. 15 n. 3 p. 647-658 2009.

MONTEIRO S. A. S.; Ribeiro. P. R. M. Sexualidade e Gênero na atual BNCC: possibilidades e limites **Pesquisa e Ensino** Barreiras (BA) Brasil v. 1 p. 1-24 2020.

PEREIRA Zilene Moreira; MONTEIRO Simone Souza. Gênero e sexualidade no ensino de ciências no Brasil: análise da produção científica recente. **Revista Contexto & Educação** v. 30 n. 95 p. 117-146 2015.

REIS Giselle Volpato dos; RIBEIRO Paulo Rennes Marçal. Sexualidade e educação escolar: algumas reflexões sobre orientação sexual na escola. In.: BORTOLOZZI Ana Cláudia; MAIA Ari Fernando (Org). **Sexualidade e infância**. Bauru: FC/CECEMCA; Brasília: MEC/SEF 2005 p.35-42.

REIS Giselle Volpato dos; RIBEIRO Paulo Rennes Marçal. Sexualidade e educação escolar: algumas reflexões sobre orientação sexual na escola. In.: BORTOLOZZI Ana Cláudia; MAIA Ari Fernando (Org). **Sexualidade e infância**. Bauru: FC/CECEMCA; Brasília: MEC/SEF 2005 p.35-42.

SILVA Tayse de Souto. Abordagem da sexualidade no ensino de biologia: interfaces entre relações de gênero e literatura. 2019. 331 p. Dissertação (Mestrado) (Programa de Pós-Graduação Profissional em Formação de Professores - PPGPPF) - Universidade Estadual da Paraíba Campina Grande - PB.

SEFFNNER F.; SILVA L. F. **“Mind the trap”: o menino a escola e a folha de alface**.

Educação (Porto Alegre) v. 39 n. 3 p. 393-403 set.-dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2016.3.22451>. Acesso em: 23.08.2020.

TORRES Marco Antonio. **A diversidade sexual na educação e os direitos de cidadania LGBT na escola**. Autêntica 2017.

CAPÍTULO 18

PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM DIFERENTES USO DA TERRA NO DE ESTADO DE RORAIMA BRASIL

Data de aceite: 04/02/2021

Arnoldo Márcio Gonçalves dos Santos

Universidade Federal de Roraima Roraima
Boa Vista.
<https://orcid.org/0000-0002-2768-3679>

Alcides Gatto

Universidade de Brasília Brasília - Distrito
Federal.
<https://orcid.org/0000-0002-2663-9318>

Sônia Sena Alfaia

Instituto Nacional de Pesquisas da
Amazônia Manaus - Amazonas.
<https://orcid.org/0000-0001-9975-6673>

Fabiana Piontekowski Ribeiro

Universidade de Brasília Brasília - Distrito
Federal
<https://orcid.org/0000-0002-5375-6368>

Marco Bruno Xavier Valadão

Universidade de Brasília Brasília - Distrito
Federal
<https://orcid.org/0000-0002-5917-4940>

RESUMO: As propriedades físicas são de fundamental importância para definição do uso e do manejo sustentável do solo e sua avaliação permite o monitoramento das mudanças da qualidade do solo. Este trabalho realizado no Campo Experimental Confiança - Embrapa - RR teve por finalidade avaliar o efeito da qualidade física do solo nos diversos sistemas de uso da terra na região de floresta Amazônica no estado

de Roraima. Foram avaliados oito usos da terra em parcelas de 50 x 50 m: floresta capoeira capoeira manejada agrofloresta sem uso de insumos agrofloresta com uso de insumo pastagem alterada pastagem manejada e um sistema de produção de pupunha/palmito. Em cada sistema de uso da terra foi estabelecido um transecto na diagonal do terreno onde foram determinados quatro pontos amostrais para coleta de solo em diferentes profundidades (0 - 5 5 - 10 10 - 20 20 - 30 30 - 40 e 40 - 60 cm). Foram coletadas amostras de solo para análises de densidade porosidade e textura. As amostras para determinação de densidade e porosidade foram obtidas utilizando um anel volumétrico modelo de Kopeck. A análise textural realizada com amostras obtidas nos mesmos pontos amostrais da densidade e porosidade foi determinada pelo método do triângulo textural. As variações de densidade e porosidade mostraram maiores na camada mais superficial do solo sob o efeito da concentração da matéria orgânica. Não se observaram diferenças na textura nas diferentes profundidades e nem entre os tratamentos. A porosidade do solo e a densidade tiveram comportamento semelhante por estarem diretamente correlacionadas. A pastagem alterada em decorrência do pisoteio do gado apresentou maior densidade em comparação aos demais sistemas de uso da terra podendo a densidade e a porosidade do solo representarem bons indicadores de qualidade física do solo em sistemas de pastagem na região.

PALAVRAS - CHAVE: sistema agroflorestal pastagem capoeira manejada; densidade.

PHYSICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN DIFFERENT LAND USE IN THE STATE OF RORAIMA BRAZIL

ABSTRACT: The physical properties are of fundamental importance to define the use and sustainable soil management and evaluation allows monitoring of changes in soil quality. This work carried out at the Experimental Field Trust - Embrapa - RR aimed at evaluating the effect of soil physical quality in different land use systems in the Amazon rainforest region in the state of Roraima. They evaluated eight land uses in plots of 50 x 50 m: forest scrub enriched capoeira agroforestry unused inputs agroforestry with input use as amended grassland rich pasture and peach palm / palm production system. In each land use system was established a transect the diagonal of the land where were determined four sampling points for soil collected at different depths (0 - 5 5 - 10 10 - 20 20 - 30 30 - 40 and 40 - 60 cm). Soil samples were collected for analysis of density porosity and texture. Samples for determination of density and porosity were obtained using a volumetric ring Kopeck model. The textural analysis conducted with samples from the same sampling points of density and porosity texture was determined by the triangle method. Variations in density and porosity showed higher in the superficial layer of the soil under the effect of the concentration of organic matter. There were no differences in texture in different depth and not between treatments. The soil porosity and density were similar behavior because they are directly correlated. The amended pasture as a result of livestock trampling had a higher density compared to the other systems use the earth and may the density and porosity of the soil represent good indicators of soil physical quality in pasture systems in the region.

KEYWORDS: agroforestry system; pasture; capoeira handled density.

1 | INTRODUÇÃO

O estado de Roraima apresenta proporcionalmente aos outros estados da Amazônia Brasileira grande conversão de floresta nativa em sistemas de uso da terra destinados à produção principalmente pastagens resultando em aumento de áreas degradadas (IMAZON 2015). Entre os principais impactos observados estão as alterações nas características físicas do solo que na maioria das vezes comprometem as funções edáficas.

Quando um solo é bem estruturado ele apresenta espaços porosos contendo ar e água que favorecem o desenvolvimento das raízes condição necessária para que possam absorver os nutrientes e promover o desenvolvimento vegetal (SILVA et al. 2012). A qualidade física do solo pode ser mensurada por meio de variáveis que permitem o monitoramento de alterações das propriedades físicas e possibilitem o seu manejo.

Os principais indicadores físicos são textura; espessura efetiva; densidade do solo; resistência à penetração; porosidade; capacidade de retenção de água; condutividade hidráulica e estabilidade de agregados (ARAÚJO et al. 2012). Dessa maneira densidade porosidade e a textura do solo têm sido mais utilizadas como indicadores da qualidade do solo por se tratarem de propriedades dinâmicas suscetíveis ao uso e de fácil determinação (ARSHAD et al. 1996). As três são consideradas propriedades-chaves para o solo sendo

consideradas como indicadores da qualidade estrutural do solo por influenciarem outras propriedades como infiltração aeração e drenagem além da retenção de água favorecendo o desenvolvimento radicular (FERREIRA 2010; PÁDUA et al. 2015).

Portanto o presente estudo baseou-se na hipótese de que mudanças de uso da terra resultariam em modificações nas propriedades físicas de solo amazônico. Para verificar tal hipótese foi estabelecido o objetivo de determinar e comparar as alterações nos atributos físicos do solo (p. ex. densidade porosidade e análise textural) sob diferentes sistemas de uso da terra tendo a floresta nativa como referência.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A área de estudo está situada no Campo Experimental Confiança da Embrapa Roraima (02°15'00" N e 60°39'54" W - Sede da Estação) localizado na Colônia Agrícola Confiança III no município do Cantá Roraima. Foram avaliadas oito áreas sob diferentes sistemas de uso de terra localizadas no Campo Experimental Confiança.

1) Floresta primária (FLO) - Floresta Tropical Densa em área sub-montana com relevo ondulado caracterizada por solo de baixa umidade com dossel de 50 m de altura.;

2) Capoeira (CAP) - Florestas secundárias em processo de regeneração natural com mais de quinze anos de pousio. Em 1995 e 1996 um incêndio espontâneo danificou a área;

3) Sistema florestal com *Acacia mangium* (SFP) – Floresta secundária enriquecida com plantio de acácia que ocorreu em 2002 em espaçamento 2 x 2 m. Durante a coleta de dados as árvores apresentam desenvolvimento médio e DAP > 30 cm.

4) Sistema agroflorestal com baixo insumo (SA1) - Culturas anuais (p. ex. arroz nos primeiros anos) foram implantadas em sistema de plantio direto. No preparo do solo foi realizada gradagem e posterior adubação mineral com 200 kg ha⁻¹ de N-PK 2-28-20 e 100 kg ha⁻¹ de ureia.

5) Sistema agroflorestal com alto insumo (SA2) - Nesta área foi realizada calagem previamente e posterior adubação mineral. Foi realizada fosfatagem com aplicação 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e adubação na modalidade fritas: FTE - Fritted Trace Elements BR (50 kg ha⁻¹) para o fornecimento de cálcio enxofre boro cobre manganês molibdênio e zinco. As culturas anuais foram implantadas em sistema de plantio direto com adubação mineral com 300 kg ha⁻¹ de N-P-K 4-28-20 e 200 kg ha⁻¹ de ureia. No segundo ano cultivou-se a soja que recebeu a adubação de 3 g de N-P-K 10-26-26 correspondendo a 120 kg ha⁻¹.

6) Cultivo de pupunheira/palmito (PUP) - A área de cultivo de pupunheira e cobertura do solo com a leguminosa desmodium estabelecido em 2006. O plantio recebeu adubação de cobertura com sulfato de amônia em 2006 2007 e 2008. Em 2009 foi aplicado calcário dolomítico em toda área experimental (2 t ha⁻¹) além da adubação com NPK (4-28-20).

7) Pastagem manejada (PA1) - Foi aberta seguindo os mesmos procedimentos iniciais para implantação dos sistemas agroflorestais multiestratificado instalado na estação experimental Confiança com derrubada da capoeira sem o uso do fogo e o plantio de capim “Quicuiu da Amazônia” (*Brachiaria humidicola* cv. Humidicola).

8) Pastagem alterada (PA2) - O capim-quicuiu (*Brachiaria humidicola* cv. Humidicola) foi cultivado durante vinte anos e sem operações de manejo.

2.2 Análises físicas do solo

Em cada sistema de uso da terra foram coletadas no transecto em diagonal quatro amostras simples de solo distando 10 m uma da outra em seis profundidades (0 - 5 5 - 10 10 - 20 20 - 30 30 - 40 e 40 - 60 cm) no período de novembro 2013 a junho de 2014 para as determinações de densidade porosidade e textura. As análises foram realizadas no laboratório Temático de Solo e Planta (LTSP) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA em Manaus - AM segundo metodologia proposta por Donagema (2011).

2.3 Densidade do solo

As amostras de solo para a determinação da densidade aparente foram obtidas com anel volumétrico ou anel de Kopeck. Neste método as amostras são coletadas com estrutura indeformada utilizando um anel de aço de bordas cortantes e volume interno de 50 cm³. A base e a parte superior do anel foram fechadas e os anéis transportados para o LTSP do INPA. O solo contido nos anéis foi seco em estufa a 110 °C durante 24 horas para a obtenção do peso constante após fazer a retirada da estufa e pesados para obter a massa seca do solo. A densidade aparente foi calculada utilizando-se a seguinte equação:

$$DS = \frac{ms}{V}$$

Onde: Ds = densidade do solo (g cm⁻³); ms = massa seca do solo (g); V = volume do solo contido no anel (cm³).

2.4 Porosidade total

A porosidade foi calculada assumindo-se que a densidade de partículas (Dp) dos solos minerais brasileiros é de 2 65 g cm⁻³. Esse valor de densidade de partículas é apropriado para muitos tipos de solo exceto para os solos vulcânicos (ELLIOT et al. 1986; FERREIRA 2010). A porosidade foi calculada com a seguinte equação:

$$Pt = \frac{Dp - Ds}{Dp} * 100$$

Onde: Pt = porosidade total (%); Dp = densidade das partículas minerais do solo (2 65 g cm⁻³); Ds = densidade do solo (g cm⁻³).

2.5 Textura

A análise granulométrica determina a textura do solo separando-o em classes. Para isso utilizou-se o método do triângulo textural. De acordo com esse método traçaram-se perpendiculares no triângulo conforme os teores de argila, areia e silte obtidos pela análise granulométrica (DONAGEMA 2011).

Para a determinação das frações granulométricas do solo em argila, silte e areia foram pesados 10 g de solo seco que foi umedecido e teve sua Matéria Orgânica do Solo (MOS) destruída (oxidada) com 10 mL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Após a oxidação da MOS foi efetuada a eliminação do peróxido de hidrogênio por meio da adição de 300 mL de água deixando-se a amostra ferver a 110 °C até a água ser reduzida para 200 mL. Para promover a dispersão dos agregados do solo foram adicionados 20 mL de pirofosfato de sódio ($N_4P_2O_7$) e a mistura agitada durante 5 h em agitador rotatório. Em seguida a mistura foi passada por uma peneira de malha de 0,053 mm sendo retida as frações de areia total (areia grossa + areia fina).

A suspensão das frações de argila + silte fino + silte grosso obtida pelo peneiramento foi transferida para uma proveta de 1000 mL e completada com água. As frações contidas na suspensão foram determinadas pelo método da pipeta (DONAGEMA 2011) baseado na sedimentação das partículas. Todas as frações separadas foram secas em estufa a 110 °C e resfriadas em dessecador com sílica gel antes da pesagem. As proporções de areia, argila e silte foram expressas em $g\ kg^{-1}$.

2.6 Delineamento experimental e análise estatística dos dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos (os sistemas de uso da terra) e quatro repetições para as propriedades físicas. Os dados obtidos nas análises físicas foram submetidos à análise de variância ANOVA e quando significativos ao teste de separação de médias de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Foi utilizado o programa estatístico Assistat versão 7.7beta (SILVA e AZEVEDO 2009).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade e porosidade do solo

De acordo com os resultados das análises de densidade e de porosidade (Tabela 1) em geral os solos apresentaram menores densidades e maiores porosidades na camada superficial (0 - 5 cm) com exceção do tratamento pastagem alterada (PA2) que apresentou padrão inverso com uma densidade menor e maior porosidade nas camadas mais profundas p. ex. 30 - 40 e 40 - 60 cm. Os solos sob FLO e CAP apresentaram as menores densidades nas duas camadas superficiais (0 - 5 e 5 - 10 cm) entre os sistemas de uso da terra. Na camada de 0 - 5 cm apresentou um maior contraste entre os sistemas menor densidade atribuída ao sistema CAP ($1,06\ g\ cm^{-3}$) e a maior densidade atribuída ao sistema

PA2 (1.66 g cm^{-3}). Essa diferença pode ser atribuída ao efeito positivo da atividade biológica presente no sistema CAP que favorece a porosidade do solo.

A comparação da densidade e porosidade entre os sistemas de uso e manejo em relação à área de Floresta Primária (FLO) sistema de referência mostrou que houve degradação da estrutura do solo cultivado com base no aumento da densidade do solo diminuição da porosidade total. Tal alteração pode comprometer na taxa de infiltração da água principalmente nas camadas superficiais.

No entanto o sistema CAP que se encontrava em processo de regeneração apresentou níveis satisfatórios de porosidade e densidade. A densidade da capoeira (CAP) foi menor do que a da floresta nativa (FLO) em quase todos os níveis de profundidade com exceção da camada de 5 - 10 cm. Esse fator tem grande relação com os níveis de coesão de partículas observadas nas camadas mais superficiais do sistema FLO que embora seja floresta nativa está sob camadas de concreções mais próximas da superfície (GUEDES et al. 2012; PÁDUA et al. 2015).

A presença de vegetação nas áreas avaliadas foi um fator que contribuiu para a manutenção da umidade do solo e conseqüentemente favoreceu a diminuição da densidade na camada superficial. Dessa maneira os processos de perda do solo p. ex. erosão podem ser diminuídos e infiltração de água facilitada. Esse padrão também foi observado por Matoso et al. (2012) em solo amazônico sob usos distintos do solo.

As melhores taxas de porosidade total foram detectados em solos sob floresta e capoeira. Esse padrão pode representar um indicativo de ambiente pouco perturbado com menor intervenção antrópica e mais protegido das intemperes (sol chuva e vento) seguindo a tendência de aumento de densidade e diminuição da porosidade com o aumento da profundidade em cada sistema que confirmam as observações de Cruz et al. (2014).

Uso da terra ¹	Profundidade (cm) ²					
	0 - 5	5 - 10	10 - 20	20-30	30 - 40	40-60
----- Ds (g cm ⁻³) -----						
FLO	1,26cC	1,30bC	1,40bB	1,63aA	1,66aA	1,56aA
CAP	1,06dD	1,22bC	1,30cB	1,44bA	1,43bA	1,36bB
SFP	1,40bB	1,48aB	1,59aA	1,60aA	1,43bB	1,35bB
SA1	1,39bB	1,57aA	1,67aA	1,61aA	1,40bB	1,39bB
SA2	1,44bA	1,55aA	1,56aA	1,59aA	1,51bA	1,46aA
PUP	1,41bB	1,56aA	1,63aA	1,62aA	1,47bB	1,44bB
PA1	1,24cC	1,36bB	1,49bA	1,59aA	1,40bB	1,39bB
PA2	1,66aA	1,63aA	1,66aA	1,64aA	1,47bB	1,47aB
CV1 ³	6,66	CV2 ⁴	5,22			
----- Pt (%) -----						
FLO	52,45bB	50,94aA	47,17bA	38,49bA	37,36bB	41,13bB
CAP	60,00aA	53,96aA	50,94aA	45,66aA	46,04aB	48,68aA
SFP	47,17cC	44,15bB	40,00cB	39,62bA	46,04aA	49,06aA
SA1	47,55cC	40,75bC	36,98cB	39,25bA	47,17aA	47,55aA
SA2	45,66cD	41,51bC	41,13cB	40,00bA	43,02aB	44,91bB
PUP	46,79cC	41,13bC	38,49cB	38,87bA	44,53aA	45,66aA
PA1	53,21bB	48,68aB	43,77bB	40,00bA	47,17aA	47,55aA
PA2	37,36dD	38,49bC	37,36cB	38,11bA	44,53aA	44,53bA
CV1 ³	6,66	CV2 ⁴	5,22			

Tabela 1 – Densidade (Ds) e porosidade total (Pt) dos solos sob diversos sistemas de uso da terra e profundidades de coleta no Campo Experimental Confiança Cantá RR.

¹Floresta primária (FLO); Capoeira (CAP); Sistema floresta plantada com *Acacia mangium* (SFP); Sistema agroflorestal com baixo insumo (SA1); Sistema agroflorestal com alto insumo (SA2); Cultivo de pupunheira/palmito (PUP); Pastagem manejada (PA1); Pastagem alterada (PA2). ²Os valores correspondem à média de quatro amostras de solo. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas para tratamentos nas linhas e minúsculas na coluna para profundidade não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. ³CV1 = Coeficiente de variação entre os usos da terra; ⁴CV2 = Coeficiente de variação entre as profundidades.

No tratamento PA2 (Pastagem alterada) a densidade apresentou uma dinâmica inversa em comparação com as demais áreas com maior valor na camada mais superficial do solo. Em comparação p. ex. com o tratamento FLO houve aumento de 31 e 25% nas camadas 0 - 5 e 5 - 10cm respectivamente. Padrão similar foi verificado por Araújo et al. (2011) que avaliaram o impacto na conversão floresta em pastagem na dinâmica do carbono também em solo amazônico.

Esse aumento pode estar associado ao pisoteio do gado que resulta em compactação do solo (CARDOSO et al. 2011; TRILLERAS et al. 2015) e também ao efeito do impacto direto das gotas de chuva e a exposição a ciclos de umedecimento e secagem. Forma-se uma camada selante e encrostada no solo efeito que poderia ser atenuado pela

presença de uma cobertura vegetal. Assim como ocorrem nas demais regiões do Brasil as pastagens estabelecidas em solos amazônicos também apresentam menor densidade e mais porosidade em camadas superficiais (ARAÚJO et al. 2004; SILVA et al. 2015).

Mesmo nos tratamentos que apresentavam déficit de cobertura vegetal p. ex. PA1 e PA2 os valores para densidade ainda apresentaram-se abaixo do limite de $2\ 65\ \text{g cm}^{-3}$ considerado restritivo para o desenvolvimento do sistema radicular (ARSHAD et al. 1996). De qualquer forma o sistema PA2 apresentou maiores valores densidade em comparação com os demais tratamentos até a 30 cm de profundidade. Possivelmente a matéria orgânica presente na camada de 0-20 possibilita maior atividade biológica do solo que auxilia na decomposição e resulta em frações mais estáveis da matéria orgânica.

A forte coesão entre as partículas do solo é outro fator que pode limitar o desenvolvimento vegetal. A presença de argila constituída quantidades baixas de carbono e rica em ferro e alumínio juntamente com grãos de quartzo e outros minerais que atribuem um caráter duro ou extremamente duro quando o solo seca tornando-se a friável ou firme quando úmido (EMBRAPA 2018).

Esse caráter tem relevantes contribuições na dinâmica da densidade e porosidade do solo sendo obstáculos em fatores ligados á penetração de raízes infiltração de água principalmente em Latossolos. Esse padrão também foi descrito por Vale Júnior e Schaefer (2010) em um Latossolo Amarelo distrófico de área não alterada próximo aos locais do presente estudo. Os resultados mostraram que as práticas de manejo contemplam apenas as camadas superiores p. ex. até 30 cm em ambiente baixo nível de alteração.

3.2 Textura do solo

Os teores de argila foram bastante similares na camada mais superficial do solo (0 - 5 cm) (Figura 1). O solo sob PUP (capoeira) apresentou dentre todos os sistemas a menor concentração de argila entre 30 - 40cm. A fração argila apresentou os maiores valores na profundidade de 40-60 cm em PA1 SA2 CAP e SFP.

A fração silte apresentou maior teor em comparação com os demais sistemas na camada de 0 - 5 cm em CAP (Figura 1). O menor teor de silte foi verificado em PA1 na camada de 10 - 20 cm. Em geral os sistemas apresentaram teores similares de silte no maior intervalo de profundidade amostrado (40 – 60 cm).

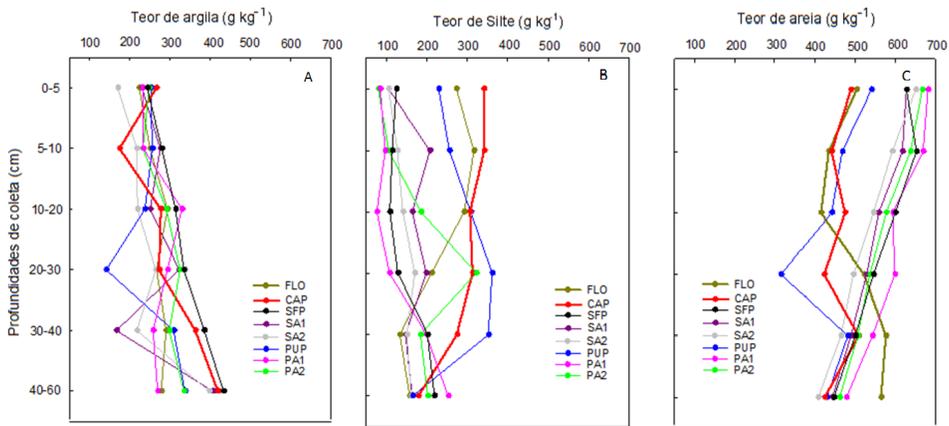


Figura 1 - Distribuição dos teores de argila (A) silte (B) e areia (C) nos diversos sistema de uso da terra em diversas profundidades. Floresta primária (FLO); Capoeira (CAP); Sistema floresta plantada com *Acacia mangium* (SFP); Sistema agroflorestal com baixo insumo (SA1); Sistema agroflorestal com alto insumo (SA2); Cultivo de pupunheira/palmito (PUP); Pastagem manejada (PA1); Pastagem alterada (PA2).

A textura ou granulometria refere-se à proporção de argila silte e areia do solo. Dessas frações a argila é a que possui maior superfície específica; é de natureza coloidal; promove alta retenção de cátions e adsorção de fósforo. A fração argila geralmente representa a maior parte da fase sólida do solo e é constituída de uma gama variada de minerais (minerais de argila e partículas orgânicas menores que 0,02 mm de diâmetro) que apresentam cargas elétricas negativas ou positivas responsáveis pela troca de cátions e ânions. Para Praga et al. (2012) essa variação se deve à maior concentração de argilas orgânicas que provoca variabilidade espacial dessas frações.

Na classificação dos solos ao nível de ordem proposta pela EMBRAPA (2018) o gradiente textural é uma das principais características consideradas. As operações de manejo p. ex. doses de fertilizantes corretivos e herbicidas do grau de compactação da disponibilidade de água e da capacidade de troca de cátions da fração argila também são utilizadas. Segundo Arshad et al. (1996) a textura é uma das propriedades mais estáveis sendo levemente modificada pelo cultivo e outras práticas que ocasionam a mistura das diferentes camadas. Contudo é uma propriedade que tem estreita relação com a retenção e o transporte de água estrutura do solo teor de nutrientes e matéria orgânica além de influenciar fortemente os processos erosivos do solo.

Nos estudos de Oliveira Filho et al. (2015) com a análise discriminante em solos de classes diferentes os atributos que mais contribuíram para a separação dos ambientes foram os teores das frações de areia silte e argila enfatizando que os atributos granulométricos possuem maior poder discriminatório. Mesmo em sistemas distintos de uso do solo as frações granulométricas apresentaram valores similares principalmente em

função da mesma classe de solo. Contudo ocorrem distinções entre os sistemas para a fração silte e areia na camada mais superficial do solo.

Os solos onde foram implantados os diferentes sistemas de usos da terra foram classificados granulometricamente como de textura média e as diferenças atribuídas entre os sistemas estão ligadas ao caráter coeso do solo apresentados ao longo do perfil do solo. Assim a análise granulométrica não apresentou destaque ou grandes diferenças associadas aos manejos aplicados nos sistemas de usos embora tenha estreita relação com a retenção e transporte de água estrutura do solo além de influenciar os processos erosivos mas segundo Cruz et al. (2014) é um atributo do solo pouco modificado pelo cultivo.

4 | CONCLUSÃO

Por meio do estudo das propriedades físicas de densidade e porosidade do solo o presente trabalho conseguiu destacar o impacto decorrente das alterações do uso do solo no bioma Amazônia. Destaca-se o papel primordial da vegetação para prevenir perdas de solo por ação de processos erosivos. É essencial que solo seja mantido coberto com quantidades substanciais mesmo sendo culturas anuais ou até mesmo pastagens.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO E. A.; KER J.C.; MENDONÇA E. S.; SILVA I. R.; OLIVEIRA E. K. **Impacto da conversão floresta - pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico**. Acta Amazonica Manaus v.41 n. 1 p.103-114. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672011000100012>.

ARAÚJO E. A.; KER J. C.; NEVES J. C. L.; LANI J. L. **Qualidade do solo: conceitos indicadores e avaliação**. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias Guarapuava v.5 n.1 p.187-206 2012. <https://doi.org/10.5777/PAeT.V5.N1.12>.

ARAÚJO M. A.; TORMENA C. A.; SILVA A. P. **Propriedades físicas de uma Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa**. Revista Brasileira de Ciência do Solo Viçosa v.28 n.2 p.337-345. 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000200012>.

ARSHAD M. A.; LOWERY B.; GROSSMAN B. **Physical tests for monitoring soil quality**. In: DORAN J. W. JONES A. J. (Eds.). Methods for assessing soil quality. Madison: Soil Science Society of America 1996. p. 123-141.

CARDOSO E. L.; SILVA M. L. N.; CURI N.; FERREIRA M. M.; FREITAS D. A. F. **Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no pantanal sul-mato-grossense**. Revista Brasileira de Ciência do Solo Viçosa v.35 n.2 p.613-622. 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200030>.

CRUZ D. L. S.; VALE JÚNIOR J. F.; CRUZ P. L. S.; CRUZ A. B. S.; NASCIMENTO P. P. R. R. **Atributos físico-hídricos de um Argissolo amarelo sob floresta e savana naturais convertidas para pastagem em Roraima.** Revista Brasileira de Ciência do Solo Viçosa v.38 p.307-314. 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000100031>.

ELLIOTT E. T. **Aggregate structure and carbon nitrogen and phosphorus in native and cultivated soils.** Soil Science Society of America Journal v.50 n.4 p.627-633. 1986. <https://doi.org/10.2136/sssaj1986.03615995005000030017x>.

DONAGEMA G. K. **Manual de métodos de análise de solos.** Embrapa Solos: Rio de Janeiro 2011. 230p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5 ed. Brasília: Embrapa 2018 356p.

FERREIRA M. M. Caracterização física do solo. In: LIER Q.J. (Ed.). **Física do solo.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo 2010. p.1-27.

GUEDES E. M. S.; FERNANDES A. R.; LIMA H. V. L.; SERRA A. P.; COSTA J. R.; GUEDES R. S. **Impacts of different management systems on the physical quality of an Amazonian Oxisol.** Revista Brasileira de Ciência do Solo Viçosa v.36 p.1269-1277. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000400021>.

IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Boletim do desmatamento da Amazônia Legal. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/>. Acesso em 18 jun. 2015.

MATOSO S. C. G.; SILVA A. N.; FIORELLI-PEREIRA E. C.; COLLETA Q. P.; MAIA E. **Frações de carbono e nitrogênio de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico sob diferentes usos na Amazônia brasileira.** Acta Amazonica Manaus v.42 n.2. p.231-240. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000200008>.

OLIVEIRA FILHO L. C. I.; BARETTA D.; VIAPIANAL C. M.; SANTOS J. C. P. **Mesofauna de solo construído em área de mineração de carvão.** Revista de Ciências Agroveterinárias Lages v.14 n.1 p.55-64. 2015. <https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5736/4234>.

PÁDUA E. J.; GUERRA A. R.; ZINN Y. L. **Modelagem da densidade do solo em profundidade sob vegetação nativa em Minas Gerais.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa v.39 p.725-736. 2015. <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140028>.

PRAGANA R. B.; RIBEIRO M. R.; NÓBREGA J. C. A.; RIBEIRO FILHO M. R.; COSTA J. A. **Qualidade física de Latossolos Amarelos sob plantio direto na região do cerrado Piauiens.** Revista Brasileira de Ciência do Solo Viçosa v.36 n.3 p.1591-1600. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000300015>.

SILVA A. K. T.; GUIMARÃES J. T. F.; LEMOS V. P.; COSTA M. L.; KERN D. C. **Mineralogia e geoquímica de perfis de solo com Terra Preta Arqueológica de Bom Jesus do Tocantins sudeste da Amazônia.** Acta Amazonica Manaus v.42 p.477-49. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000400005>.

SILVA F. A. S.; AZEVEDO C. A. V. **Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance.** In: World Congress on Computers in Agriculture 7. 2009 Reno. Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture. St. Joseph: ASABE v. CD-Rom. p.1-5. 2009. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672012000400005>.

SILVA L. L. G. G.; RESENDE A. S.; DIAS P. F.; CORREIA M. E. F.; SCORIZA R. N. **Soil macrofauna in wooded pasture with legume trees.** *Ciência Rural* Santa Maria v.45 n.7 p.1191-1197. 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131569>.

TRILLERAS J. M.; J. M.; JARAMILLO V. J.; VEJA E. V.; BALVANERA P. **Effects of livestock management on the supply of ecosystem services in pastures in a tropical dry region of western Mexico.** *Agriculture Ecosystems & Environment* v.211 p.133-144. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.06.011>.

VALE JÚNIOR J. F.; SCHAEFER C. E. G. R. **Solos sob Savanas de Roraima: Gênese, classificação e relação e relações ambientais.** Boa Vista: Gráfica Ioris 2010 219p.

CAPÍTULO 19

ATROPELAMENTO DE FAUNA SILVESTRE E MEDIDAS MITIGADORAS. ESTUDO DE CASO DA BR-101/BA

Data de aceite: 04/02/2021

Nadine Helena Leal

Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM)
Uberaba Minas Gerais Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9293284076662275>

Maria Dolores Alves dos Santos Domit

Laboratório de Ecologia e Conservação Centro
de Estudos do Mar Universidade Federal do
Paraná – LEC/CEM/UFPR.
Pontal do Paraná Paraná Brasil.
<http://lattes.cnpq.br/4606414216785204>

Joyce Silvestre

Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM)
Uberaba Minas Gerais Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4774557499771356>

RESUMO: As rodovias se caracterizam como um dos principais fatores de desenvolvimento para a população entretanto mesmo com diversos benefícios proporcionados apresentam efeitos negativos à biodiversidade local. Um destes impactos refere-se ao atropelamento de fauna silvestre tema este muito discutido por concessionárias universidades conselhos gestores entre outros. Neste contexto buscou-se avaliar os índices de atropelamento de fauna silvestre sazonalidade e medidas mitigadoras descritos no Estudo de Impacto Ambiental da BR-101/BA nas proximidades do município de Eunápolis/BA em um trecho de 551,6 km monitorado durante seis campanhas no ano de 2014. Para determinar os pontos de maior

incidência de atropelamentos (*hotspots*) e avaliar a intensidade das agregações (raio 500m) foram utilizados os programas Google Earth QGIS e SIRIEMA v. 2.0. No total foram identificados 38 *hotspots* e 571 animais atropelados. Destes 37 83% pertenciam a classe das aves (n=216) seguida de mamíferos (30 12% n= 172) répteis (24 87% n=142) e anfíbios (7 18% n=41). Em relação à sazonalidade a maior taxa de mortalidade ocorreu no período chuvoso (junho a agosto n=297) em comparação do período seco (setembro a novembro n=274). Quanto às medidas mitigadoras foram identificadas 17 pontes no trecho amostrado das quais nove estão localizadas em áreas identificadas como *hotspots* e podem ser utilizadas como passagens de fauna sendo necessário o aprimoramento com instalação e manutenção de passagens secas no vão inferior destas pontes para facilitar a travessia de animais terrestres. Além disto recomenda-se a implantação de sinalização para redução de velocidade nos trechos com maiores índices de atropelamentos e atividades de educação ambiental com os usuários da rodovia contribuindo assim para a conservação das espécies e segurança tanto da fauna como dos usuários da rodovia em questão.

PALAVRAS - CHAVE: Rodovia Fauna Silvestre Atropelada Ecologia de Estradas.

WILDLIFE-VEHICLE COLLISIONS AND MITIGATION MEASURES. BR-101/ BA A CASE STUDY

ABSTRACT: Roads are one of the main factors for the development of the country however even

with several benefits it has negative effects on local biodiversity. One of these impacts relates to the wildlife-vehicle collisions a topic that has been highly discussed by concessionaires universities management councils and others. This study evaluated wildlife-vehicle collisions rates seasonality and mitigation measures described in the Environmental Impact Assessment of the road BR-101/BA located near the county of Eunápolis/BA on a 551.6 km stretch monitored in six survey campaigns in 2014. To determine the areas with the highest incidence of collisions (hotspots) and to assess the intensity of its aggregations (radius 500m) were used the Google Earth QGIS and SIRIEMA v.2.0 programs. Overall were identified 38 hotspots and 571 animals run over. From these 37.83% were birds (n = 216) followed by mammals (30.12% n = 172) reptiles (24.87% n = 142) and amphibians (7.18% n = 41). Concerning seasonality the highest mortality rate occurred during the rainy season (June to August n = 297) compared to the dry period (September to November n = 274). Regarding the mitigation measures were identified 17 bridges in the monitored section of which nine are in areas identified as hotspots and may be utilized as wildlife underpasses. Yet it requires improvement by the dry areas installation and maintenance to facilitate the crossing for land animals. Also the implementation of reducing speed signs in areas with the highest rates of wildlife-vehicle collisions are recommended as well as environmental education activities for road users therefore contributing to the conservation of species and the safety of wildlife and road users.

KEYWORDS: Road mortality wildlife-vehicle collisions road ecology.

1 | INTRODUÇÃO

No Brasil estradas e rodovias se caracterizam como o meio de transporte mais utilizado pela população (MELO & SANTOS FILHO 2007) e por se conectarem com diversas localidades a outras dimensões continentais as rodovias passam por extensas áreas naturais atravessam biomas brasileiros o que acaba favorecendo o atropelamento de animais (DNIT 2014).

Diversos estudos apontam a relação das rodovias com os impactos ambientais e entre estes inclui-se a avaliação dos efeitos que as estradas exercem sobre a fauna. Como exemplo cita-se o caso da limpeza e nivelamento realizados nas áreas da rodovia os quais permitem que as bordas das estradas recebam mais luz e retenham mais água da chuva favorecendo o crescimento da vegetação a qual atrai a fauna local; assim como a umidade e calor da própria via de rolamento que estimula os répteis a se aproximarem da pista para realizar a termorregulação. Outros fatores que atingem consideravelmente os animais referem-se a mudança de hábitat alteração do clima e da topografia. (MENDES 2016).

O atropelamento de fauna é um dos maiores responsáveis pela redução no número de animais silvestres no Brasil e pode se agravar ainda mais em rodovias com grande fluxo de automóveis que cruzem áreas protegidas. Estima-se que mais de 15 animais silvestres morram nas estradas brasileiras a cada segundo resultando num total de até 475 milhões ao final de um ano (CBEE).

O objetivo deste estudo foi analisar os atropelamentos de fauna e propor alternativas

para a redução e minimização deste impacto na BR-101 nos trechos do entroncamento com a BR-324 (km 166 5) e se estende até o entroncamento com a BR-367 (km 717 8) nas proximidades do município de Eunápolis-BA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os dados contemplados neste trabalho buscam avaliar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) realizado pela empresa PROSUL na duplicação da BR-101/BA nos trechos do entroncamento com a BR-324 (km 166 5; LAT:12°20'20.05"S e LONG: 38°46'49.92"O) que se estende até a BR-367 (km 717 8 LAT: 16°22'21.85"S e LONG: 39°34'56.91"O) (Figura 1). O referido estudo foi realizado no ano de 2014 entre os meses de junho e novembro os quais correspondem aos períodos seco e chuvoso com o total de seis (06) campanhas de monitoramento para o período e 571 animais atropelados.



Figura 1 – Localização da área do estudo: Duplicação BR-101/BA (Entr.BR-324. BR367 – Eunápolis segmento km 1665 km 718 80)

(Fonte: o Autor 2020)

Após análise dos dados do EIA (2014) foram levantados os pontos e quilômetros de maior índice de atropelamento de fauna silvestre e de modo a propor alternativas de mitigação e minimização dos atropelamentos no trecho em questão inclusive observando o quantitativo de registros em cada uma das classes faunísticas (anfíbios répteis aves e mamíferos) tendo em vista que as medidas podem variar conforme o grupo predominante e espécies-alvo.

As informações relacionadas aos atropelamentos de fauna foram obtidas por meio dos dados brutos que acompanham o referido estudo contemplando as seguintes

informações: coordenadas zona data nome popular nome científico classe km local e foto. Para a realização das análises foram utilizados os programas Google Earth QGIS e o *software* SIRIEMA v. 2.0 (COELHO *et al.* 2014) este último elaborado e disponibilizado pelo Núcleo de Ecologia de Rodovias e Ferrovias (NERF-UFRS).

A partir das análises no SIRIEMA pontuou-se a intensidade das agregações ao tamanho de raio (500m) e então determinados os *hotspots* ou seja os pontos de maior incidência de atropelamentos de fauna.

E ainda foram identificadas as Unidades de Conservação (MMA; ICMBIO 2020) na área de estudo bem como fragmentos preservados no traçado da rodovia ou em suas imediações dentre os quais também foram constatados atropelamentos de fauna.

A proposição das alternativas para redução de atropelamento de fauna no trecho mencionado foi realizada por meio de revisão bibliográfica observando as especificações para cada caso.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos registros ocorridos no referido estudo o número total de atropelamentos foi de 571 animais todos registrados na BR-101/BA. Deste total (n=571) a classe das aves obteve o maior número de registros com 216 atropelamentos (37,83%) seguida de mamíferos com 172 (30,12%) além de 142 (24,87%) representantes para os répteis e por último os anfíbios com 41 (7,18%) animais registrados como ilustra a Figura 2. Em relação a sazonalidade o período que apresentou a maior taxa de mortalidade de animais foi o chuvoso (junho a agosto) com 297 já no período seco (setembro a novembro) o total foi de 274.

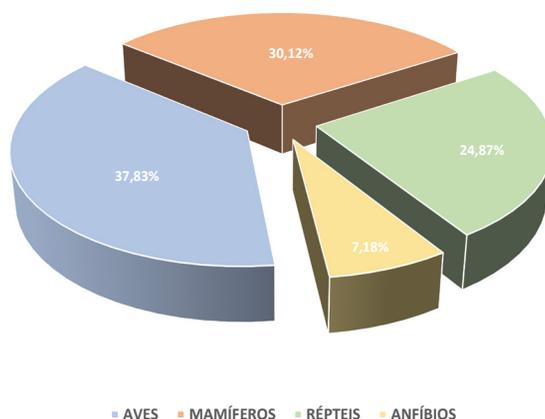


Figura 2 – Gráfico quantitativo da fauna silvestre atropelada (Fonte: o Autor 2020).

Ainda foram identificadas cinco Unidades de Conservação (UCs) localizadas na Área Diretamente Afetada da rodovia destas três com registros de 46 atropelamentos: Área de Proteção Ambiental (APA) Lago de Pedra do Cavalo (n=10) APA Caminhos Ecológicos da Boa Esperança (n=10) APA Lagoa Encantada (n=26); e duas sem registros: APA de Pratiği e Parque Nacional Serra das Lontras. A Figura 3 apresenta os 38 *hotspots* obtidos para a fauna silvestre e as Unidades de Conservação identificadas na área de estudo.

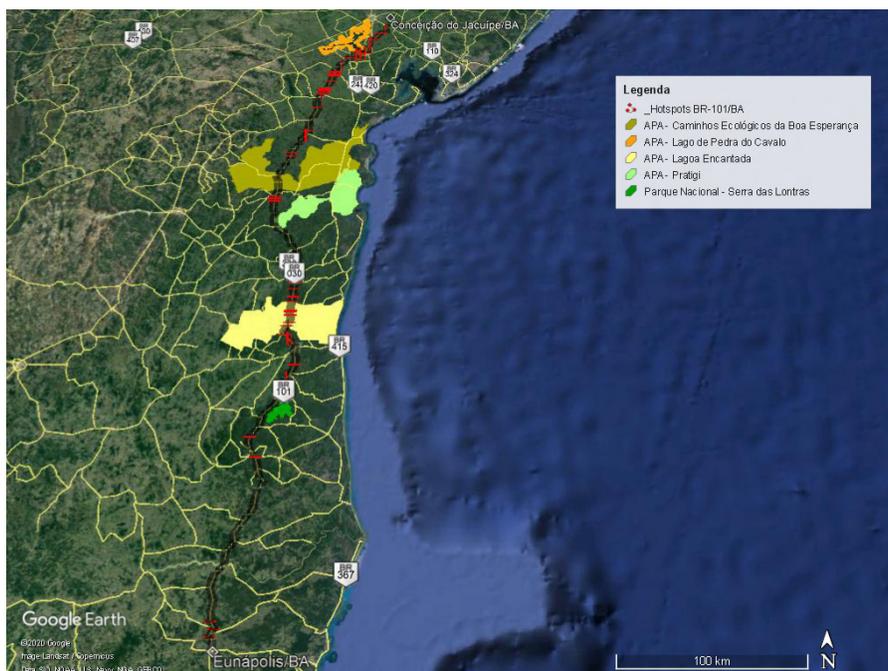


Figura 3 – Unidades de Conservação identificadas na ADA da BR-101/BA e *hotspots* (Fonte: Google Earth 2020).

No que tange as medidas mitigadoras foram identificadas 17 pontes ao longo do trecho em estudo dentre as quais nove (52,9%) podem ser utilizadas como passagens de fauna nos pontos mais críticos identificados (kms: 172 192 202 244 256 257 274 486 704) deste modo propõe-se que sejam instaladas passagens de fauna nos 29 pontos em que ainda não existem estruturas e que também constatou-se elevado índice de atropelamentos de animais (kms: 186 189 206 209 215 224 234 238 259 305 326 329 368 371 373 454 457 464 467 474 477 483 493 496 500 517 528 589 699).

As passagens sugeridas são: do tipo galeria que geralmente são utilizadas para drenagem no entanto com algumas adaptações podem ser adequadas a passagem de fauna para mamíferos de pequeno porte. (CLEVENGER *et al.* 2001; CAIN *et al.* 2003;

DODD JR. *et al.* 2004; TROCMÉ 2006; BECKMANN *et al.* 2010); passagens inferiores para auxílio na travessia de mamíferos de médio e grande porte. (MCDONALD & CLAIR 2004; CLEVENGER & WALTHO 2005; BECKMANN *et al.* 2010); telamento indicado para animais de grande porte pois com a implantação de cercas teladas o animal é conduzido a atravessar somente onde existem passagens; redes e pontes utilizadas nas passagens aéreas destinadas a travessia de primatas e marsupias. (VALLADARES-PADUA *et al.* 1995; GOOSEM *et al.* 2006) e baliza utilizada para induzir a ave a elevar a altura do voo evitando a colisão com caminhões carros. Além das medidas supracitadas recomenda-se a manutenção e instalação de passagens secas no vão inferior das nove pontes existentes no trecho em questão com objetivo de favorecer a travessia de diversas espécies.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos totalizaram 571 atropelamentos da fauna sendo 297 no período chuvoso e 274 na seca conforme monitoramento apresentado no EIA. Neste estudo foi possível observar que a elevada taxa de precipitação contribuiu para o aumento nos atropelamentos com destaque para a classe das aves possivelmente devido a maior atividade de algumas espécies em busca de alimento e abrigo bem como a maior probabilidade de acidentes de veículos devido à pista molhada e baixa visibilidade. Outro ponto que favoreceu o alto índice de atropelamentos refere-se às Unidades de Conservação (n=05) identificadas ao longo do trecho avaliado as quais se encontram Área Diretamente Afetada da BR-101/BA e que tem esta rodovia como uma barreira a ser transposta pela fauna que as utiliza.

Tendo em vista os resultados obtidos por meio das análises com o *software* SIRIEMA o qual determinou os 38 *hotspots* sugere-se a implantação de passagens de fauna ou mecanismos para a transposição e segurança dos animais nos quilômetros com maior índice de atropelamento de mamíferos anfíbios e répteis recomenda-se a passagem do tipo inferior ou galeria e redes; já no caso das aves sugere-se a implantação de balizas nos locais de maior ocorrência de atropelamentos.

Além das passagens deve ser incluída sinalização para redução de velocidade nestes trechos com maiores índices de atropelamentos e ainda atividades de educação ambiental com os usuários da rodovia.

Por fim é importante saber que um conjunto de dados de atropelamentos (com método adequado) é apenas um fator dentre diversos aspectos a serem avaliados e acumulados considerando um universo amostral à longo prazo e contínuo. Assim ressalta-se que quanto maior o esforço amostral mais robustos serão os dados obtidos melhorando o direcionamento das medidas mitigadoras a serem implementadas ao longo das rodovias.

REFERÊNCIAS

BECKMANN J. P.; CLEVENGER A. P.; HUIJER M. P.; HILTY J. A. 2010. Safe passages: highways wildlife and habitat connectivity. Island Press Washington.

CAIN A. T.; TUOVILA V. R.; HEWITT D. G.; TEWES M. E. 2003. Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in Southern Texas Biological Conservation 114: 189-197

CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS (CBEE). Disponível em: <<http://cbee.ufla.br/portal>>. Acesso em: 10 de julho de 2018.

CLEVENGER A. P.; CHRUSZCZ B.; GUNSON K. 2001. Drainage culverts as habitats linkages and factors affecting passage by mammals Journal of Applied Ecology 38: 1340- 1349.

CLEVENGER A. P.; WALTHO N. 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structure facilitating movement of large mammals. Biological Conservation 121: 453-464.

COELHO A.V.P. COELHO I.P. TEIXEIRA F.T. KINDEL A. 2014; Siriema (*Spatial Evaluation of Road Mortality Software*): road mortality software. Manual do Usuário V. 2.0. NERF UFRGS Porto Alegre Brasil. Disponível em: www.ufrgs.br/siriema.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES- DNIT; Síntese dos resultados do programa de monitoramento do atropelamento de fauna silvestre - ano base 2014 Brasil. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/meio-ambiente/AtividadesdeFauna2014.pdf>>.

DODD Jr. C. K.; BARICHIVICH W. J.; SMITH L. L. 2004. Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled hiway in Florida. Biological Conservation 118: 619-631

FONSECA.Z.A.I; Uma revisão dos EIA/RIMA sobre manguezais. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/90/90131/lzabelZimmermannFonseca.pdf>>

GOOSEM M.; WESTON N.; BUSHNELL S. 2006. Effectiveness of rope bridge arboreal overpasses and faunal underpasses in providing connectivity for rainforest fauna. In: C. L. Irwin P. Garrett and K. P. McDermott editors. Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation. Center for Transportation and Environment North Carolina State University Raleigh North Carolina USA.

_____. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/>>. Acesso em: 05 de novembro de 2020.

McDONALD W.; CLAIR C. C. 2004. Elements that promote highway crossing structure use by small mammals in Banf National Park. Journal of Applied Ecology 41: 82-03.

MENDES M; Caminhos mal cruzados Brasil 2016. Disponível em: <https://issuu.com/fapemig/docs/minas_faz_ci_ncia_64>.

_____. Ministério do Meio Ambiente – MMA. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados>>. Acesso em 05 de novembro de 2020.

PROSUL. Estudo de Impacto Ambiental – EIA – Projeto de Duplicação da BR-101/BA (Duplicação) (Trecho: Entr. BR-324 – Entr. BR- 367 (Eunápolis) segmento KM 166 5 KM 718 80) extensão total: 551 30 KM. Brasil 2014. Disponível em: <<http://licenciamento.ibama.gov.br/Rodovias/BR%20101%20BA%20%20Regularizacao%20e%20>>. Acesso em 20 de julho de 2018.

TROCMÉ M. 2006. Habitat fragmentation due to linear transportation infrastructure: Na overview of mitigation measures in Switzerland. Swiss Transport Research Conference. 15- 17.

VALLADARES-PADUA C. CULLEN JUNIOR L.; PADUA S. 1995. A pole bridge to avoid primate road kills. *Neotrop. Primates* 3(1):13-15. VOSS R. S.; L. H. EMMONS. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bulletin of the American Museum of Natural History* New York 230: 1-115.

WWF. Observatório de Unidades de Conservação. Disponível em: <<http://observatorio.wwf.org.br/mapa/>>. Acesso em 20 de julho de 2018.

SOBRE A ORGANIZADORA

POLIANA ARRUDA FAJARDO - Doutora (2019) e mestra em Engenharia Urbana (2014) pela Universidade Federal de São Carlos - UFSCar especialista em Gestão Ambiental também pela UFSCar (2010) e graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista - UNESP nas modalidades de licenciatura (2005) e bacharelado (2006). É parecerista dos periódicos Revista Brasileira de Iniciação Científica Revista Estudos & Pesquisas e POSGERE - Pós-graduação em Revista presta assessoria ad hoc para a avaliação de trabalhos científicos submetidos a eventos acadêmicos e ministra palestras acerca de temas ambientais. Atualmente é tutora de Educação a Distância - EaD e orientadora de trabalhos de conclusão de curso da Graduação em Engenharia Ambiental da UFSCar além de ser professora parceira da empresa Allevant Educação para a elaboração e gravação de cursos EaD. É também consultora científica revisora textual professora particular atuando em parceria com a empresa Além da Revisão e presta consultoria ambiental. Foi integrante do Grupo de Pesquisa Gestão e Tecnologia em Saneamento Ambiental - GeTecSAM de 2016 a 2019 e do Grupo de Pesquisa em Planejamento Urbano Sustentável - GPLUS de 2017 a 2020. Realiza pesquisas e estudos na área de Ciências ambientais e saneamento atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão Ambiental Gestão e gerenciamento de sistemas de saneamento; Avaliação de Impacto Ambiental; cidades sustentáveis; meio ambiente e sustentabilidade.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agrotóxico 62, 121

Antártica 127

Apocynaceae 96, 97, 98, 105, 107

Aprendizagem 7, 9, 10, 55, 56, 57, 60, 61, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 176

B

Biodigestão anaeróbia 5, 6, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48

Biogás 33, 34, 35, 36, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 47, 48

Bioinvasão 96, 97, 98, 101, 103, 104, 105

C

Capoeira Manejada 178

Corpo Humano 5, 55, 58, 60

D

Densidade 65, 158, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188

Diabetes Mellitus 49, 50, 54, 153, 154, 155

E

Ecologia 14, 16, 105, 106, 127, 190, 193, 196

Ecologia de Estradas 196

Educação em saúde 5, 1, 3, 4, 9

Enfermagem 1, 9, 56, 156, 164, 176

Ensino de Biologia 12, 27, 28, 111, 166, 167, 170, 175, 177

Epistemologia 11, 12, 23

Escherichia coli 7, 7, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 147

Escola 1, 2, 3, 4, 5, 6, 27, 33, 47, 48, 61, 84, 109, 111, 113, 116, 119, 147, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 177

Estereologia 62

F

Fabaceae 96, 97, 101, 106

Fatores de virulência 87

Fauna Silvestre Atropelada 190, 193

Formaldeído 7, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84

H

Hipercolesterolemia 153, 155

Hiperplasia 62, 68, 69

I

Imunologia 5, 6, 29, 30, 31

Infecções relacionadas à assistência à saúde 152

interações moleculares 5, 7, 49, 51

Intoxicação alimentar 85

L

Liga Acadêmica 6, 29, 30, 31

M

Metformina 49, 50, 51, 52, 53, 54

Morfometria 7, 49, 62, 68

O

Oficina Didática 167

P

Pastagem 178, 181, 182, 184, 186, 187, 188

Pinípedes 127, 131

Prevenção 5, 6, 1, 5, 8, 9, 32, 104, 134, 152, 158, 164, 165

Proteína Bradford 120

R

Reprodução 15, 18, 62, 74, 82, 83, 116, 170

Rizipiscicultura 120, 121, 124

S

Sensibilidade antimicrobiana 9, 93, 145, 147, 148, 149, 150, 151

Síndrome Metabólica 5, 9, 153, 154, 155, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Síntese Estendida 11, 12, 13, 14, 18, 21, 23, 24, 25, 26

Sistema agroflorestal 178, 180, 184, 186

Sulfato de ferro 33, 34, 36, 37, 45

U

Unidade de Terapia Intensiva 145, 151, 152

V

Vinhaça 33, 34, 35, 36, 37, 40, 42, 43, 45, 46, 47, 48

O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

O Fortalecimento Intensivo das Ciências Biológicas e suas Interfaces

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br