

Ciências Biológicas Realidades e Virtualidades

Clécio Danilo Dias da Silva
(Organizador)



Ciências Biológicas Realidades e Virtualidades

Clécio Danilo Dias da Silva
(Organizador)



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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto 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
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
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 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^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. 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 Dr^ª 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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

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

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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª 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
Profª 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. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
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 Alborno – 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
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª 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

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª 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

Ciências biológicas: realidades e virtualidades

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
Organizador: Clécio Danilo Dias da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências biológicas: realidades e virtualidades / Organizador Clécio Danilo Dias da Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-551-8
DOI 10.22533/at.ed.518200511

1. Ciências Biológicas. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). 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

APRESENTAÇÃO

Sabe-se que as Ciências Biológicas envolvem múltiplas áreas do conhecimento que se dedicam ao estudo da vida e dos seus processos constituintes, sejam essas relacionadas à saúde, biotecnologia, meio ambiente e a biodiversidade. As Ciências biológicas apresentam singularidades como campo de conhecimento e características próprias em relação às demais Ciências, exibindo características específicas em termos de objetos que estudam, objetivos que almejam, métodos e técnicas de pesquisa, linguagens que empregam, entre outros. Dentro deste contexto, o E-book “Ciências Biológicas: realidades e virtualidades” está organizado com 22 capítulos escritos por diversos pesquisadores do Brasil, resultantes de pesquisas de natureza básicas e aplicadas, revisões de literatura, ensaios teóricos e vivências no contexto educacional.

No capítulo “BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS COM POTENCIAIS DE CONTROLE BIOLÓGICO” Alves e colaboradores efetivaram uma revisão de literatura explicitando as principais bactérias com potenciais de controle biológico, buscando caracterizar suas particularidades e aplicações na agricultura. Cordeiro e Paulo em “DETERMINAÇÃO DOS DADOS DE COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DA LINHAGEM BACTERIANA LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS ATCC 4356 NOS SISTEMAS AQUOSOS BIFÁSICOS, FORMADOS PELA DEXTRANA NATIVA E PELO PVA” apresentam no capítulo o emprego dos sistemas aquosos bifásicos utilizando poliacetato de vinila (PVA) e um exopolissacarídeo, identificado como dextrana, produzido pelo *Leconostoc pseudomesenteroides* R2, e verificaram que esta consiste em uma alternativa excelente de imobilização de células bacterianas para promover a encapsulação, protegendo os microorganismos das intempéries do ambiente.

Vila e Saraiva no capítulo “CONDIÇÕES FÍSICOQUÍMICAS PARA A PRODUÇÃO DE CAROTENÓIDES POR FLAVOBACTERIUM SP.” estudaram os fatores físico-químicos como a temperatura, fontes de carbono e nitrogênio e composição mineral na produção de carotenóides de um isolado antártico identificado como *Flavobacterium* sp. No capítulo “IMOBILIZAÇÃO DE FRUTOSILTRANSFERASE EM SÍLICA GEL E BUCHA VEGETAL PARA A SÍNTESE DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS” os autores apresentam a influência da temperatura de imobilização na velocidade e rendimento de imobilização de enzimas Frutosiltransferase extracelulares de *Aspergillus oryzae* IPT-301 imobilizadas em sílica gel, assim como a atividade recuperada e estabilidade destas enzimas imobilizadas em bucha vegetal.

Costa e colaboradores em “BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE EXTRACELULAR” realizaram uma bioprospecção através de fungos filamentosos produtores de Lasparaginase extracelular provenientes de solos Amazônicos da área territorial da cidade de Coari, Amazonas. No capítulo “TESTES DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE HIDROLASES DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO

DE FUNGOS FILAMENTOSOS DA AMAZÔNIA” Costa e colaboradores testaram diferentes resíduos agrícolas (cascas de castanha-do-pará, mandioca e banana) como substratos para produção de hidrolases por fungos filamentosos amazônicos no município de Coari, Amazonas.

De autoria de Fernandes e Colaboradores, o capítulo “DIVERSIDADE DE USO MEDICINAL DA FLORA EM UMA ÁREA DE CERRADO NA CHAPADA DO ARARIPE, NE, BR” realizaram um levantamento da diversidade de plantas medicinais em uma área de Cerrado na Chapada do Araripe, e investigaram a percepção da comunidade local sobre a aplicabilidade dessa flora em enfermidades e as epistemologias envolvidas nesses conhecimentos. Em “ETNOECOLOGIA: TRANSVERSALIDADE PARA A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS” Dutra e colaboradores desenvolveram um ensaio explorando a relevância da transversalidade entre a Etnoecologia e a Educação Ambiental para a conservação da biodiversidade de áreas naturais protegidas.

Albuquerque e colaboradores em “DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS OCASIONADOS POR LIXEIRAS VICIADAS NA CIDADE DE MANAUS – AM” realizaram uma revisão da literatura com bases de dados especializadas sobre as problemáticas ambientais ocasionadas por lixeiras viciadas na cidade de Manaus – AM. De autoria de Almeida Júnior e colaboradores, o capítulo “RESISTÊNCIA AO TRIPES DO PRATEAMENTO ENNEOTHrips FLAVENS MOULTON (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NOS GENÓTIPOS DO AMENDOINZEIRO ARACHIS HYPOGAEAL. ERETO” avaliaram a resistência aos tripés, a interação de genótipos e inseticida e o potencial produtivo de genótipos de amendoim.

No capítulo “AÇÃO DE BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES PARA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE CUCURBITA MOSCHATA L.” Matsui e colaboradores avaliaram a emergência e desenvolvimento de plântulas de Cucurbita moschata provenientes de sementes tratadas com um bioestimulante e um extrato de algas. Veras e colaboradores em “LEVANTAMENTO DE FORMIGAS EM ÁREAS ANTROPOMORFIZADAS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, TERESINA – PI”, realizaram um levantamento dos gêneros de formigas encontradas em áreas antropomorfas, especificamente locais de alimentação, na Universidade Estadual do Piauí (UESPI), no campus Poeta Torquato Neto, Piauí.

Silva, Teixeira e Sesterheim em “INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE A PRODUÇÃO DE RATOS LEWIS EM UM CENTRO DE PESQUISA” avaliaram a influência do enriquecimento ambiental nos índices zootécnicos de unidades reprodutivas de ratos Lewis. Em “PROCEDIMENTOS DA BIOLOGIA MOLECULAR UTILIZADAS PARA DESVELAR CRIMES” Aguiar e colaboradores apresentam os principais métodos que a biologia molecular e a genética forense dispõem para desvendar e entender os diversos tipos de crimes por intermédio dos marcadores moleculares.

Aguiar e colaboradores em “MÉTODO SOROLÓGICO E MOLECULAR DA TOXOPLASMOSE” discutem aspectos do diagnóstico sorológico e molecular da

toxoplasmose. Os autores ainda identificaram a importância do conhecimento sobre a infecção pelos profissionais de saúde, visto que o diagnóstico correto resulta da correlação das variáveis clínicas com a resultados de análises laboratoriais. Em “PROFISSIONAIS DOS CUIDADOS DE SAÚDE, DIGNIDADE HUMANA E BIOÉTICA” Rocha, Chemin e Meirelles efetivaram uma revisão bibliográfica apresentando a Bioética como uma ferramenta norteadora para compatibilizar as necessidades de pacientes e o respeito a profissionais dos cuidados de Saúde, também detentores de dignidade.

No capítulo “O JOGO COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO VEGETAL” Fernandes e Souza Júnior analisaram a eficácia do jogo didático “Detetive – Evolução Vegetal” no processo de ensino-aprendizagem de estudantes do ensino fundamental de uma escola municipal de Ceará-Mirim, Rio Grande do Norte, observando a influência da estratégia didática utilizada para a compreensão da evolução das plantas através dos seus táxons: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Santos, Conceição e Sales no capítulo “JOGO “BINGO DA REVISÃO”: APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS DE CIÊNCIAS NUMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS-BA” avaliaram a relevância do jogo “Bingo da Revisão” como uma atividade lúdica para melhoria da aprendizagem e instrumento de revisão para os discentes do ensino fundamental, na Escola Estadual Luiz Navarro de Brito, município de Alagoinhas, Bahia.

Maximo e Krzyzanowski Júnior no capítulo “AS REDES SOCIAIS NO PROCESSO DE BUSCA DE INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA” fizeram um levantamento e verificaram os tipos de fontes que estão sendo utilizadas pelos estudantes da educação básica nas pesquisas sobre assuntos científicos, com ênfase em temas da microbiologia. No capítulo “A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA” Souza e colaboradores apresentam um relato de experiência de ex-bolsistas do PIBID/UESC-Biologia sobre o desenvolvimento de uma aula prática utilizando a metodologia experimentação com turmas do ensino fundamental em uma instituição da rede pública de Ilhéus, Bahia.

Em “DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SABERES DA MATA ATLÂNTICA” Agrizzi, Teixeira e Leite apresentam e discutem as iniciativas e os impactos alcançados pela proposta de popularização da ciência do projeto “Saberes da Mata Atlântica”, desenvolvido pelo grupo de pesquisa BIOPROS, da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Rodrigues e Sousa em “OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOBRE BIOMAS BRASILEIROS” investigaram alguns objetos de aprendizagem destinados ao ensino de Biologia, que realizam uma abordagem sobre os biomas brasileiros, analisando as abordagens dos conteúdos biológicos, com base em referenciais da área e em suas aproximações com documentos oficiais da educação brasileira, propondo sugestões sobre

suas possibilidades de utilização.

Em todos os capítulos, percebe-se uma linha condutora envolvendo diversas áreas das Ciências Biológicas, como a Microbiologia, Micologia, Biologia Celular e Molecular, Botânica, Zoologia, Ecologia, bem como, pesquisas envolvendo aspectos das Ciências da Saúde, Ciências Ambientais, Educação em Ciências e Biologia. Espero que os estudos compartilhados nesta obra contribuam para o enriquecimento de novas práticas acadêmicas e profissionais, bem como, possibilite uma visão holística e transdisciplinar para as Ciências Biológicas em sua total heterogeneidade e complexidade. Desejo a todos uma boa leitura.

Clécio Danilo Dias da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE EXTRACELULAR

Ana Beatriz Pereira Lelis da Costa
Michel Nasser Corrêa Lima Chamy
Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa
Uatyla de Oliveira Lima
Amanda Farias de Vasconcelos
Ricardo Gomes de Brito
Alexandre Colli Dal Prá
Renato dos Santos Reis

DOI 10.22533/at.ed.5182005111

CAPÍTULO 2..... 15

TESTES DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE HIDROLASES DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DA AMAZÔNIA

Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa
Michel Nasser Corrêa Lima Chamy
Ana Beatriz Pereira Lélis da Costa
Amanda Farias de Vasconcelos
Uatyla de Oliveira Lima
Alexandre Colli Dal Prá
Maria da Paz Félix de Souza
Ricardo Gomes de Brito
Renato dos Santos Reis

DOI 10.22533/at.ed.5182005112

CAPÍTULO 3..... 28

BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS COM POTENCIAIS DE CONTROLE BIOLÓGICO

Diego Lemos Alves
Lucas Faro Bastos
Mizael Cardoso da Silva
Gisele Barata da Silva
Alessandra Jackeline Guedes de Moraes
Ana Paula Magno do Amaral
Josiane Pacheco Alfaia
Alice de Paula de Sousa Cavalcante
Gledson Luiz Salgado de Castro
Gleiciane Rodrigues dos Santos
Fernanda Valente Penner
Telma Fátima Vieira Batista

DOI 10.22533/at.ed.5182005113

CAPÍTULO 4.....	42
DETERMINAÇÃO DOS DADOS DE COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DA LINHAGEM BACTERIANA <i>LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS</i> ATCC 4356 NOS SISTEMAS AQUOSOS BIFÁSICOS, FORMADOS PELA DEXTRANA NATIVA E PELO PVA	
Vinícius Souza Cordeiro Elinalva Maciel Paulo	
DOI 10.22533/at.ed.5182005114	
CAPÍTULO 5.....	51
PHYSICOCHEMICAL CONDITIONS FOR CAROTENOIDS PRODUCTION BY <i>FLAVOBACTERIUM</i> SP	
Mara Eugenia Vila Veronica Saravia	
DOI 10.22533/at.ed.5182005115	
CAPÍTULO 6.....	56
IMOBILIZAÇÃO DE FRUTOSILTRANSFERASE EM SÍLICA GEL E BUCHA VEGETAL PARA A SÍNTESE DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS	
Sergio Andres Villalba Morales Larissa Lemos Faria Michelle da Cunha Abreu Xavier José Pedro Zanetti Prado Leandro da Rin de Sandre Junior Giancarlo de Souza Dias Elda Sabino da Silva Alfredo Eduardo Maiorano Rafael Firmani Perna	
DOI 10.22533/at.ed.5182005116	
CAPÍTULO 7.....	68
DIVERSIDADE DE USO MEDICINAL DA FLORA EM UMA ÁREA DE CERRADO NA CHAPADA DO ARARIPE, NE, BR	
Priscilla Augusta de Sousa Fernandes Alice Fernandes Gusmão Rosiele Bezerra da Silva George Pimentel Fernandes Ana Cleide Alcantara Morais-Mendonça Maria Arlene Pessoa da Silva Maria Flaviana Bezerra Morais-Braga	
DOI 10.22533/at.ed.5182005117	
CAPÍTULO 8.....	97
ETNOECOLOGIA: TRANSVERSALIDADE PARA A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS	
Elaine Sílvia Dutra Naiane Arantes Silva Júlio Miguel Alvarenga Bruno Araújo de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.5182005118	

CAPÍTULO 9..... 102

DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS OCASIONADOS POR LIXEIRAS VICIADAS NA CIDADE DE MANAUS - AM

Klinger Amazonas da Silva Albuquerque
Leandro da Silva Lima
Ronildo Oliveira Figueiredo
Bruno da Costa Silva

DOI 10.22533/at.ed.5182005119

CAPÍTULO 10..... 111

RESISTÊNCIA AO TRIPES DO PRATEAMENTO *ENNEOTHrips FLAVENS* MOULTON (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NOS GENÓTIPOS DO AMENDOINZEIRO *ARACHIS HYPOGAEA* L. ERETO

Joaquim Júlio Almeida Júnior
Katya Bonfim Ataides Smiljanic
Alexandre Caetano Perozini
Armando Falcão Mendonça
Edson Lazarini
Gustavo André Simon
Suleiman Leiser Araújo
Winston Thierry Resende Silva
Ricardo Gomes Tomáz
Vilmar Neves de Rezende Júnior
Victor Júlio Almeida Silva
Beatriz Campos Miranda
Adriel Rodrigues da Silva

DOI 10.22533/at.ed.51820051110

CAPÍTULO 11..... 124

AÇÃO DE BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES PARA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *CUCURBITA MOSCHATA* L

Victor Yoshiaki Matsui
Conceição Aparecida Cossa
Paulo Henrique Afonso do Vale Pinto
Maria Aparecida da Fonseca Sorace
Paulo Frezato Neto
Elizete Aparecida Fernandes Osipi
Ruan Carlos da Silveira Marchi
Leonardo Sgargeta Ustulin
Mauren Sorace

DOI 10.22533/at.ed.51820051111

CAPÍTULO 12..... 131

LEVANTAMENTO DE FORMIGAS EM ÁREAS ANTROPOMORFIZADAS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, TERESINA – PI

Iron Jonhson de Araujo Veras
Ana Paula Alves da Mata
Bruno Oliveira Silva

Lays Sousa do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.51820051112

CAPÍTULO 13..... 140

INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE A PRODUÇÃO DE RATOS LEWIS EM UM CENTRO DE PESQUISA

Fernanda Marques da Silva

Luciele Varaschini Teixeira

Patrícia Sesterheim

DOI 10.22533/at.ed.51820051113

CAPÍTULO 14..... 147

PROCEDIMENTOS DA BIOLOGIA MOLECULAR UTILIZADAS PARA DESVELAR CRIMES

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar

Maria das Dores Ferreira Nobre

Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

Lulucha de Fátima Lima da Silva

Bruna Jaqueline Sousa Nobre

Fernanda Karolina Sanches de Brito

Domingas Machado da Silva

Luana Almeida dos Santos

Edson Alves Menezes Júnior

Dinalia Carolina Lopes Pacheco

Antenor Matos de Carvalho Junior

Rodrigo Ruan Costa de Matos

DOI 10.22533/at.ed.51820051114

CAPÍTULO 15..... 149

MÉTODO SOROLÓGICO E MOLECULAR DA TOXOPLASMOSE

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar

Maria das Dores Ferreira Nobre

Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

Lulucha de Fátima Lima da Silva

Bruna Jaqueline Sousa Nobre

Fernanda Karolina Sanches de Brito

Domingas Machado da Silva

DOI 10.22533/at.ed.51820051115

CAPÍTULO 16..... 151

PROFISSIONAIS DOS CUIDADOS DE SAÚDE, DIGNIDADE HUMANA E BIOÉTICA

Marcelo Haponiuk Rocha

Marcia Regina Chizini Chemin

Jussara Maria Leal de Meirelles

DOI 10.22533/at.ed.51820051116

CAPÍTULO 17	163
O JOGO COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO VEGETAL	
Carmem Maria da Rocha Fernandes Airton Araújo de Souza Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.51820051117	
CAPÍTULO 18	185
JOGO “BINGO DA REVISÃO”: APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS DE CIÊNCIAS NUMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS-BA	
Leiliane Silva dos Santos Eltamara Souza da Conceição Maria José Dias Sales	
DOI 10.22533/at.ed.51820051118	
CAPÍTULO 19	194
AS REDES SOCIAIS NO PROCESSO DE BUSCA DE INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA	
Shaila Regina Herculano Almeida Maximo Flávio Krzyzanowski Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.51820051119	
CAPÍTULO 20	206
A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	
Francisnaide dos Santos Souza Damião Wellington da Cruz Santos Célia Carvalho Almeida Aparecida Zerbo Tremacoldi	
DOI 10.22533/at.ed.51820051120	
CAPÍTULO 21	216
DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SABERES DA MATA ATLÂNTICA”	
Ana Paula Agrizzi Marcos da Cunha Teixeira João Paulo Viana Leite	
DOI 10.22533/at.ed.51820051121	
CAPÍTULO 22	230
OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOBRE BIOMAS BRASILEIROS	
Mirlana Emanuele Portilho Rodrigues Carlos Erick Brito de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.51820051122	

SOBRE O ORGANIZADOR	242
ÍNDICE REMISSIVO.....	243

CAPÍTULO 1

BIOPROSPECÇÃO DE FUNGOS AMAZÔNICOS PRODUTORES DE L-ASPARAGINASE EXTRACELULAR

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Renato dos Santos Reis

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/2547554276214581>

Ana Beatriz Pereira Lelis da Costa

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/7475489082085362>

Michel Nasser Corrêa Lima Chamy

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/5334792132991651>

Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/6168405801088199>

Uatyla de Oliveira Lima

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/2465800956530807>

Amanda Farias de Vasconcelos

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/0565393443201519>

Ricardo Gomes de Brito

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/3259435792447286>

Alexandre Colli Dal Prá

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB-UFAM

Coari – AM

<http://lattes.cnpq.br/4991052979468474>

RESUMO: A L-asparaginase é uma enzima que desempenha um papel fundamental na indústria farmacêutica e alimentícia. No entanto, sua maior aplicação tem sido na terapia da Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA). A L-asparaginase atua hidrolisando asparagina livre, e pode ser encontrada em alguns organismos eucariontes e procariontes. As enzimas utilizadas mundialmente como antileucêmico são de origem procariótica, sendo a *E. coli* sua principal representante. Contudo, tais fármacos causam hipersensibilidade imunológica aos humanos, motivo pelo qual os fungos filamentosos possibilitam a substituição viável da L-asparaginase procariótica, pois são enzimas de origem eucarionte, de fácil cultivo, mais compactas e com alta afinidade. Além disso, esses organismos podem produzir enzimas extracelulares, facilitando os processos de purificação. Nesse contexto, o bioma Amazônico destaca-se por sua biodiversidade, por seu vasto campo inexplorado e seu grande potencial microbiológico. O objetivo do presente trabalho é prospectar fungos filamentosos provenientes de solos Amazônicos produtores de L-asparaginase extracelular. Durante o estudo foram isoladas 63 cepas de amostras do solo do Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões na cidade de Coari – Amazonas, através da técnica de diluição seriada. Após o isolamento, dezessete colônias foram selecionadas para o teste de produção por

fermentação em Meio Czapek Dox's modificado. Na 1ª Etapa, pré-fermentativa, foi obtido a massa micelial, a qual foi recuperada por filtração e submetida a 2ª Etapa, fermentativa (meio de cultivo suplementado com 0,07% de azul de bromotimol), para a indução de atividade asparaginolítica extracelular. Todos os fungos isolados foram conservadas por congelamento simples com solução de glicerol a 20%. A avaliação qualitativa da atividade enzimática de L-asparaginase foi observada a partir da mudança de coloração do meio de cultivo amarelo para azul em 8 dos 17 fungos testados, indicando que os fungos amazônicos podem ser uma nova fonte a ser explorada para a produção enzimática de L-asparaginase extracelular.

PALAVRAS-CHAVE: Leucemia Linfoblástica Aguda; Asparagina; Fungos Filamentosos; Bioma Amazônico.

BIOPROSPECTION OF AMAZON FUNGI EXTRACELLULAR L-ASPARAGINASE PRODUCERS

ABSTRACT: L-asparaginase is an enzyme that plays a fundamental role in pharmaceutical and food industry. However, its greatest application has been in acute lymphoblastic leukemia (ALL) therapy. L-asparaginase acts by hydrolyzing free asparagine, and can be found in some eukaryotic and prokaryotic organisms. Such enzymes, worldwide used as antileukemics, comes from prokaryotics, and *E. coli* are their main representatives. However, these drugs cause immunological hypersensitivity to humans. Thus, filamentous fungi enable the viable substitution of prokaryotic L-asparaginase, as they are enzymes from eukaryotics, easy to grow, more compact and with high affinity. In addition, they can use extracellular enzymes, facilitating purification processes. In this context, the amazonic biome stands out for its biodiversity, its vast unexplored field and its great microbiological potential. This work aims to prospect the filaments of fungi affiliated to amazonian producers of extracellular L-asparaginase. During the study, 63 pieces of soil were isolated from the Research Support Center of the Middle Solimões in the city of Coari - Amazonas, using the serial dilution technique. After isolation, seventeen colonies were selected for fermentation production test in the modified Czapek Dox's Medium. In the first one, pre-fermentative stage, was got the mycelial mass, which was recovery by filtration and then submitted to the second stage, the fermentative one (culture medium supplemented with 0.07% bromothymol blue), to induce extracellular asparaginolytic activity. All isolated fungies were preserved by simple freezing with 20% glycerol solution. A qualitative evaluation of the enzymatic activity of L-asparaginase was observed from the color change of the yellow to blue culture medium in 8 of the 17 fungi tested, that Amazonian fungi can be a new source or explored for the enzymatic production of L - extracellular asparaginase.

KEYWORDS: Acute Lymphoblastic Leukemia; Asparagine; Filamentous Fungi; Amazonic Biome.

1 | INTRODUÇÃO

A L-asparaginase ou L-asparagina amidohidrolase – E.C. 3.5.1.1. (IUBMB, 1961), é uma enzima que possui aplicações importantes na indústria farmacêutica e alimentícia. Ela pertence a classe das hidrolases e atua em ligações de carbono e amidas lineares, catalisando a reação de asparagina livre em ácido aspártico e amônio. As reações de

hidrólise acontecem a partir da quebra de uma única molécula com adição de elementos da água, resultando em uma despolimerização da enzima (VERMA et al., 2007; NELSON e COX, 2014; CÂNDIDO, 2015).

A ação da L-asparaginase foi perceptível a partir de estudos pioneiros iniciados por Clementi (1922), que estudava linfomas em mamíferos, onde foi observado que o soro de 18 porquinhos-da-Índia (*Cavia porcellus*) ocasionava a morte dos linfomas, porém, não se sabia ainda qual substância era responsável pela morte dos linfomas. Kidd (1953), também pôde observar que quando induzia em camundongos o crescimento de tumores, eles entravam em remissão ou eram inibidos pelo soro de porquinhos-da-Índia (*Cavia porcellus*) que era usado como tratamento. Ainda no mesmo estudo, o autor realizou testes com soro humano, no qual não obteve resultados positivos (SREENIVASULU et al., 2009).

Partindo desses estudos, Broome (1963), analisou os resultados de Clementi (1922) e Kidd (1953) e concluiu que a regressão dos linfomas transplantados em camundongos tinha haver com a dependência nutricional das células malignas, e realizou testes para descobrir qual substância tinha correlação com a doença, e partir disso descobriu-se que a L-asparagina estava diretamente envolvida com a dependência nutricional das células malignas, concluindo assim que a atividade antineoplásica do soro foi causada pela enzima L-asparaginase (SREENIVASULU et al., 2009).

Diante disto, Sanson e Jaskolski (2004), sugerem que o mecanismo de reação da L-asparaginase ocorre a partir de um ataque nucleofílico pela enzima, no carbono da amida da asparagina, gerando um intermediário, o beta-acil-enzima, que sofre um novo ataque nucleofílico por uma molécula de água (FIGURA 1). O resultado final da reação é a transformação do aminoácido asparagina em ácido aspártico e amônia.

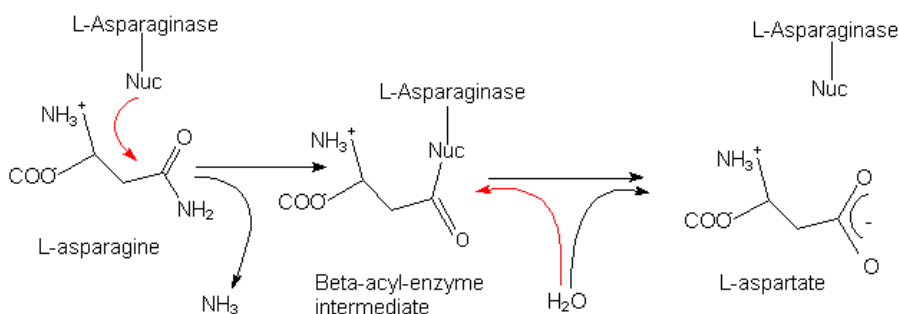


Figura 1 – Mecanismo de reação da L-asparaginase

Fonte: Sanson e Jaskolski (2004).

Devido ao seu mecanismo de ação, a L-asparaginase é bastante utilizada pela indústria alimentícia, atuando na redução dos níveis de acrilamida. Alguns alimentos,

quando expostos a altas temperaturas formam acrilamida, uma neurotoxina altamente cancerígena, da qual o aminoácido asparagina e açúcares redutores contribuem para sua formação. No entanto, faz-se uso da L-asparaginase durante os processos industriais alimentícios para evitar a formação da neurotoxina citada (CÂNDIDO, 2015).

Outra aplicação importante da enzima L-asparaginase tem sido realizada pela indústria farmacêutica. Estudos clínicos comprovam a eficácia desta enzima em tratamentos quimioterápicos de doenças como melanossarcoma, leucemia mielomonocítica, linfoma de Hodgkin e linfossarcoma, no entanto, dentre todas as indicações de tratamento com L-asparaginase, sua maior aplicação tem sido na terapia da Leucemia Linfoblástica Aguda ou Leucemia Linfóide Aguda (LLA) (THOMAS et al., 2010; ZUO et al., 2014).

A enzima L-asparaginase é o principal agente terapêutico utilizado no tratamento da LLA, com resultados promissores a cerca de 90% de cura entre crianças e 50% de remissão completa entre adultos (VERMA et al., 2007; ABRALE, 2016).

A eficácia do tratamento é justificada pelo não comprometimento das células saudáveis, pois as mesmas possuem a capacidade de sintetizar o aminoácido asparagina para suas necessidades metabólicas no citoplasma, utilizando a enzima asparagina sintetase, o que não ocorre entre células malignas. (NARTA et al., 2007; VAN DEN BERG, 2011).

A L-asparaginase pode ser encontrada em diversos seres vivos, tais como animais, vegetais, bactérias, fungos e algas. Porém, as enzimas utilizadas mundialmente no tratamento quimioterápico têm sido produzidas pela bactéria *Escherichia coli*, o que causam diferentes reações adversas por conta da hipersensibilidade imunológica (VAN DEN BERG, 2011; CACHUMBA et al., 2016).

O fungo, por sua vez, é de fácil cultivo e pode produzir enzimas de forma extracelular. Alguns autores acreditam que sua produção extracelular poderia facilitar em processos de *downstream*, tal condição causaria menos efeitos adversos. Devido às características encontradas nos fungos filamentosos, pode-se dizer que a L-asparaginase de origem fúngica é uma boa alternativa quanto a produção biotecnológica (VERMA et al., 2007; HOSAMANI E KALIWAL, 2011; VAN DEN BERG, 2011).

No Brasil, havia uma grande dependência do mercado internacional para a obtenção do medicamento utilizado no tratamento de pacientes com LLA, devido alguns problemas observados quanto ao abastecimento deste importante quimioterápico (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017a).

Em 2013, o Laboratório Bagó do Brasil Ltda., que importava este medicamento, informou que o fármaco deixaria de ser produzido mundialmente. Diante das circunstâncias, o Ministério da Saúde passou a comprar o medicamento devido à escassa disponibilidade no mercado farmacêutico e por não haver nenhum produto com registro no país. Passou então a adquiri-lo da empresa chinesa Xatley, porém mostrava-se duvidosa a eficácia e segurança deste fármaco segundo especialistas (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017b).

Em 2017 o Ministério da Saúde foi notificado oficialmente de uma ação judicial que restringia a compra e o repasse do medicamento Leuginase para os hospitais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017c). E em janeiro de 2018, o Ministério da Saúde se reuniu com entidades de referência em oncologia no país para validar a nova aquisição do medicamento L-asparaginase (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017d), e um novo modelo foi proposto, dividido por fases (indução, consolidação, intensificação e manutenção). O Ministério da Saúde decidiu repassar o pagamento correspondente a cada etapa do tratamento para os hospitais, tornando-os autônomos para realizarem novas compras do fármaco. Vale ressaltar que os efeitos adversos são os mesmos citados em literaturas disponíveis (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2018).

Devido às condições apresentadas, estimulou-se um interesse maior quanto à procura de novos produtores da enzima. Baseado nisso, os fungos filamentosos tem mostrado maior potencial para serem bons produtores da L-asparaginase. Por serem seres eucariontes, produzirem enzimas mais compactas e com alta afinidade, além de poder produzir enzimas extracelularmente, facilitando assim, os processos de purificação (VERMA et al., 2007; HOSAMANI E KALIWAL, 2011; VAN DEN BERG, 2011; CÂNDIDO, 2015). Diferentemente das bactérias, que produzem enzimas de forma intracelular e requerem técnicas de lise celular que são mais complexas e com custos mais elevados quando feitas em larga escala (GACESA E HOBBLE, 1990; WISEMAN, 1985).

Nesse cenário, o Brasil se destaca por sua biodiversidade, em especial o bioma Amazônico, que tem um vasto campo inexplorado e um grande potencial microbiológico devido suas características definidas através de fatores climáticos, temperatura, umidade do ar, tipo de solo, entre outros (NEVES et al., 2006).

A região Amazônica é vista com potencial para descobertas de fungos produtores de L-asparaginase, por esse motivo, torna-se viável selecionar fungos filamentosos do solo e investigar sua potencialidade quanto à produção da enzima L-asparaginase de forma extracelular, contribuindo assim, para o avanço biotecnológico brasileiro (SREENIVASULU et al., 2009; PIROTA et al., 2015). Portanto, o presente trabalho visa prospectar fungos filamentosos produtores de Lasparaginase extracelular provenientes de solos Amazônicos da área territorial da cidade de Coari – AM.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da coleta

As amostras de solo foram coletadas na cidade de Coari que está localizada na região central do estado do Amazonas, ocupando uma área territorial de 57.970,768 km², com população estimada de 84.272 pessoas para 2018 e densidade demográfica de 1,31 hab/km², segundo o último censo em 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

– IBGE (2019). A região apresenta característica climática equatorial quente e úmido, sendo uma região tropical Af segundo à classificação de Köppen (PEEL et al., 2007). As coletas foram realizadas em cinco pontos aleatórios dentro das coordenadas 04°07'31.4" S e 063°04'23.9" W, no Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões – CAPMEDSOL na cidade de Coari – AM.

2.2 Coleta

Para a realização da coleta, foi utilizada uma espátula para que o solo fosse escavado a uma profundidade de aproximadamente 10 a 20 centímetros (SCHAEFER, 2002), onde foram retiradas amostras e acondicionadas em sacos de papel, devidamente identificadas com informações básicas e encaminhadas para o Laboratório de Microbiologia do Instituto de Saúde e Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (ISB/UFAM), seguindo a metodologia adotada por Mello, Reis e Silva (2011), para manipulação posterior.

2.3 Isolamento dos fungos

Para o isolamento dos fungos filamentosos as amostras foram submetidas a técnica de diluição em série, onde foram transferidas 10 g de cada amostra para frascos de *Erlenmeyer* de 250 mL, contendo 225 mL de solução salina 0,85% estéril (CLARK, 1965; TORTORA et al., 2017), sendo vedados e homogeneizadas na incubadora *Shaker SL 222*, sob agitação constante de 120 rpm e temperatura de 28 °C, permanecendo em overnight.

Após o pré-cultivo foi realizada diluição seriada seguida de plaqueamento em meio de cultura *Sabouraud Dextrose Agar* com clorafenicol (50 mg/L) (COUTINHO et al., 2010). As placas de Petri foram devidamente identificadas e incubadas a 30°C, por um período de sete dias.

Para a obtenção de colônias puras foi realizado sucessivos repiques utilizando o método *Hyphae Tip* (MELLO et al., 2011), onde as pontas de hifas mais isoladas eram retiradas e reinoculadas em um novo meio de cultura. O método se repetiu até o completo isolamento de apenas uma espécie por placa.

2.4 Conservação dos isolados

Após o isolamento dos fungos, foram realizadas as conservações das colônias em duplicatas pelo método de congelamento simples, com adição de uma solução crioprotetora de glicerol a 20 %, que foi mantida a uma temperatura de - 10 °C em freezer (ROSA, 2014).

2.5 Produção de L-asparaginase em meio líquido

Para a produção de L-asparaginase foram selecionadas cepas com características morfológicas distintas (coloração e textura). As colônias foram reativadas em meio de cultivo *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA), onde, após sete dias de crescimento as mesmas foram submetidas ao um novo inóculo em meio líquido Czapek Dox's modificado (LOUREIRO et al., 2012).

2.5.1 Etapa pré-fermentativa

Cerca de 1×10^7 esporos/mL em meio do cultivo SDA foi inoculado em *Erlenmeyers* de 250 mL contendo 50 mL do meio Czapek Dox's modificado (Glicose ($C_6H_{12}O_6$) 12,00 g, L-asparagina ($C_4H_8N_2O_3$) 10,00 g, Fosfato de potássio monobásico (KH_2PO_4) 1,52 g, Cloreto de potássio (KCl) 0,52 g, Sulfato de magnésio hepta-hidratado ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,52 g, Nitrato de cobre tri-hidratado ($Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$) 0,01 g, Sulfato de zinco hepta-hidratado ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,01 g, Sulfato de ferro hepta-hidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 0,01 g, Nitrato de amônia ($(NH_4)(NO_3)$) 2,00 g, Água destilada (H_2O) q.s.p.), sendo realizadas em triplicatas. As culturas foram mantidas sob agitação constante (120 rpm) durante 96 horas a 30 °C para o crescimento da massa micelial.

2.5.2 Etapa fermentativa

Para a etapa fermentativa, foi necessário recuperar por filtração o micélio produzido na 1ª etapa. A filtração foi realizada por um sistema montado com *Erlenmeyer*, funil de vidro e papel filtro comum estéril. Com o micélio recuperado, o mesmo foi reinoculado em *Erlenmeyers* de 250 mL contendo 50 mL de um novo meio Czapek Dox's, obedecendo as seguintes modificações: adição de 0,07% de azul de bromotimol – BTB (indicador químico), concentração de glicose 2 g.L⁻¹ e ausência de nitrato de amônia. As culturas foram mantidas sob as mesmas condições da etapa anterior.

2.6 Análise Qualitativa

A análise qualitativa foi realizada após a etapa fermentativa, sendo observada a mudança ou não da coloração do meio de cultivo amarelo para azul, onde é possível indicar a presença ou ausência da atividade de L-asparaginase, visto que o indicador químico BTB é amarelo em pH ácido e azul em pH alcalino (MAHAJAN et al., 2013). Os critérios de avaliação qualitativa foram propostos de acordo com grau de intensidade da cor. Quanto mais intenso o azul no meio, maior é o pH, logo, maior a atividade da L-asparaginase.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo, Murray, Rosenthal e Pfaller (2014), os fungos são organismos eucarióticos, heterotróficos que se nutrem por absorção de matéria orgânica. Tortora, Funke e Case (2017), afirmam que os fungos são encontrados nos mais diversos ambientes, especialmente em lugares úmidos e ricos em matéria orgânica, entre eles, solo, água do mar, água doce, hospedeiro animal ou vegetal.

Para Sotão, Campos e Costa (2004), os fungos possuem um arsenal enzimático que está correlacionado com a absorção realizada pelos mesmos. Enzimas são produzidas intracelularmente e excretadas para o meio extracelular, contribuindo para quebra de

macromoléculas, formando moléculas mais simples de fácil absorção. Esse mecanismo contribui principalmente para a dinâmica do solo em termos de reciclagem de resíduos orgânicos, devido a rica disponibilidade de matéria orgânica e umidade encontradas no solo.

Por meio das amostras de solo foram isolados um total de sessenta e três colônias de fungos filamentosos da área do Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões – CAPMEDSOL na cidade de Coari – AM, evidenciando a diversidade fúngica na Amazônia. Segundo Sotão, Campos e Costa (2004), regiões tropicais, em especial a Amazônia, apresentam características que a tornam um potencial para novas descobertas de fungos, devido a composição química do solo, umidade e temperatura.

A metodologia adotada neste estudo para diluição seriada, foi baseada em Clark (1965), Tortora et al., (2017) modificados, os quais se mostram bastante eficazes para o objetivo proposto, onde pôde-se observar que o meio de cultura seletivo (SDA + Cloranfenicol 50,0 mg/L⁻¹) apresentou um resultado esperado, visto que o antibiótico utilizado possui amplo espectro de ação, suprimindo o crescimento bacteriano durante as fases de crescimento e manutenção das sessenta e três colônias fúngicas. Resultados semelhantes a este, foram descritos por Oliveira (2013), que utilizou o mesmo método descrito por Clark (1965), e obteve o isolamento de oitenta e cinco espécies de fungos do solo na área semiárida de Pernambuco, Brasil, confirmando que a metodologia utilizada neste estudo foi efetiva.

Os fatores fotoperíodo e temperatura foram determinantes para o crescimento fúngico, pois ao longo do estudo foi observado que durante o período de incubação em que os fungos eram mantidos em temperatura constante e ausência de luz, os mesmos mantinham crescimento lento, quando comparados aos fungos que foram mantidos posteriormente em temperatura ambiente e luz natural. As observações do presente trabalho podem ser justificadas pelos estudos realizados por Loureiro et al. (2002), que enquanto estudava os efeitos da temperatura e luminosidade no desenvolvimento do fungo *Sporothrix insectorum* pôde observar que a ausência de luz afetou a esporulação do fungo e constatou que houve um melhor desenvolvimento fúngico quando a utilização da luz era alternada para 12 horas de luz e 12 horas de escuro, além de identificar as temperaturas ideais para um bom desenvolvimento fúngico de *S. insectorum*, que estava em torno de 22, 25 e 28°C.

Bem como os resultados de Marcuzzo e Xavier (2017), que também destacaram o melhor desenvolvimento dos fungos *Sclerotium cepivorum* Berk., quando os mesmos eram mantidos em um fotoperíodo com 12 horas de luz. Uma vez isoladas as colônias, as mesmas foram conservadas a – 10°C em freezer.

A triagem de fungos filamentosos para a produção enzimática de L-asparaginase é um passo fundamental para a descoberta de novas fontes da enzima. Diante disto, dentre os isolados foram selecionadas dezessete cepas fúngicas para as etapas fermentativas,

a seleção ocorreu baseada em suas respectivas características morfológicas distintas observadas macroscopicamente como: coloração e textura. Vale ressaltar que não foram realizadas identificação morfológica e molecular das espécies.

Dados na literatura sugerem que a atividade asparaginolítica está diretamente associada a regulação de nitrogênio, Sarquis (2004), apresentou a melhor condição para produção de L-asparaginase por fungos filamentosos, quando utilizou prolina como fonte de nitrogênio (indutor). Enquanto Farag et al. (2015), observou que as melhores condições de cultivo para a atividade de L-asparaginase produzida por *Aspergillus terreus* estavam na utilização de L-asparagina como fonte de nitrogênio. No entanto, Cachumba (2017), apresentou como melhor fonte de nitrogênio L-glutamina seguida da L-asparagina para a produção de asparaginase extracelular de *A. terreus*.

No entanto, no presente trabalho optou-se pela utilização de L-asparagina, que é considerada pela literatura como uma das melhores fontes indutoras para a produção da enzima de interesse do estudo. Ainda assim, embora a atividade enzimática possa estar relacionada com a regulação de nitrogênio, foi observado por Cachumba et al. (2016), que as maiores atividades de L-asparaginase realizada por fungos, ocorreram pelo método de fermentação submersa e temperatura média de 30 °C, quando o mesmo correlacionou estudos recentes sobre a produção de L-asparaginase por bactérias e fungos. Em estudos realizados por Farag et al. (2015), demonstraram que a maior atividade asparaginolítica de *A. terreus*, ocorreu em pH 6,0 e temperatura de 35 °C, apesar disso, as atividades enzimáticas aconteceram entre a variação de temperaturas de 25 °C a 35 °C.

No presente estudo, as cepas selecionadas foram submetidas as etapas fermentativas a temperatura de 30 °C e pH 6,2, sendo posteriormente avaliadas por meio de análise colorimétrica, segundo a metodologia descrita por Mahajan et al. (2013), onde o BTB avalia de forma indireta a presença de L-asparaginase. A técnica descrita baseia-se na conversão do meio líquido amarelo para azul, uma vez havendo atividade enzimática da L-asparaginase, será liberado no meio moléculas de ácido aspártico e amônia, provocando o aumento do pH e conseqüentemente a mudança na coloração de amarelo para a azul.

Através da análise colorimétrica (FIGURA 2), foi possível observar que dentre as dezessete colônias testadas ao longo do estudo, oito foram capazes de produzir a enzima L-asparaginase extracelularmente, sendo indicadas pela mudança de coloração do meio de cultivo.

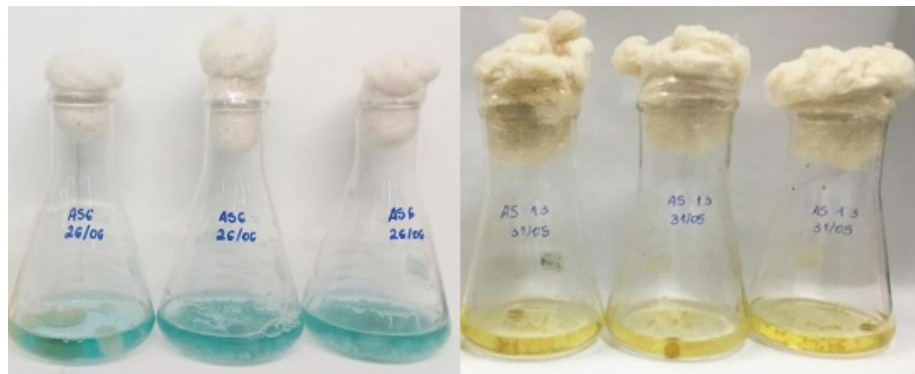


Figura: a) Atividade asparaginolítica

b) Sem atividade asparaginolítica.

Figura 2 – Análise colorimétrica

Fonte: A autora (2019).

Os resultados obtidos através da mudança de coloração do meio de cultivo das oito cepas apresentaram intensidades de cor diferentes, tendo seus resultados expressos na Tabela 1, de acordo com o grau de intensidade da coloração, conforme citado na metodologia.

Amostra	Resultado
AS 2	(+++)
AS 6	(+++)
AS 8	(+++)
AS 13	(-)
AS 16	(-)
AS 23	(-)
AS 32	(-)
AS 34	(-)
AS 36	(-)
AS 38	(+)
AS 39	(-)
AS 42	(++)
AS 47	(-)
AS 48	(+)
AS 59	(+++)
AS 60	(+)
AS 61	(-)

Tabela 1 – Resultado da avaliação qualitativa de L-asparaginase

Fonte: A autora (2019).

Com os resultados obtidos no presente estudo é possível observar que há bons candidatos para produção enzimática de L-asparaginase a partir de fontes naturais, o que torna o trabalho mais suscetível a um melhoramento genético, aumentando ainda mais a produtividade e reduzindo os custos da produção enzimática de forma significativa. Segundo, Cachumba et al. (2016), a maioria dos micro-organismos produz L-asparaginase intracelularmente, o que dificulta os processos de extração e purificação, nesse sentido, as enzimas produzidas extracelularmente podem adiantar, pular e/ou facilitar etapas nos processos de *Downstream*, e conseqüentemente diminuindo os efeitos adversos.

Nossos resultados sugerem que experimentos futuros sejam realizados para quantificar a produção enzimática das oito cepas que apresentaram atividade asparaginolítica e identificar os melhores produtores de L-asparaginase extracelular. Visto que há uma escassa demanda de trabalhos realizados sobre a produção enzimática de L-asparaginase por fungos filamentosos de solo amazônico.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados apresentados evidenciaram que os métodos e procedimentos adotados para o isolamento de fungos filamentosos e a indução dos mesmos para a atividade enzimática de L-asparaginase extracelular, apresentaram eficácia para o objetivo proposto. E que a Amazônia, em especial o município de Coari, apresentou um potencial microbiológico evidenciado pelas sessenta e três colônias de fungos filamentosos isolados do solo do CAPMEDSOL. Além do que, dentre os dezessete fungos selecionados para as etapas fermentativas, oito apresentaram resultados positivos para a produção enzimática de L-asparaginase extracelular, os quais demonstraram ser fortes candidatos a novos produtores enzimáticos da supracitada enzima.

REFERÊNCIAS

ABRALE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LINFOMA E LEUCEMIA. **O que é leucemia**, 2016. Disponível em: <https://www.abrale.org.br/lla/o-que-e>. Acesso em 02/11/2018.

BROOME, J. D. Evidence that the L-asparaginase of guinea pig serum is responsible for its antilymphoma effects. I. Properties of the L-asparaginase of guinea pig serum in relation to those of the antilymphoma substance. **The Journal of experimental medicine**, v. 118 n. 1 p. 99-120, 1963.

CACHUMBA, J. J. M.; ANTUNES, F. A. F.; PERES, G. F. D.; BRUMANO, L. P.; SANTOS, J. C.; SILVA, S. S. Current applications and different approaches for microbial l-asparaginase production. **Brazilian Journal of Microbiology**, 47: 77-85, 2016.

CACHUMBA, J. J. M. **Produção de L-asparaginase extracelular por fermentação em estado sólido**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, São Paulo.

CÂNDIDO, M. A. **Formação de acrilamida em alimentos processados e sua possível ação carcinogênica**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de Lorena. Lorena.

CIDADES, I. B. G. E.; DO BRASIL, Estados. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2018. Coari. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/coari/panorama>. Acesso em: 04/07/2019.

CLARK, F. E. Agar-plate method for total microbial count. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, **Agricultural Research Service**. v. 9, p. 1460-1466, 1965.

CLEMENTI, A. La désamidation enzymatique de l'asparagine chez les différentes espèces animales et la signification physiologique de sa présence dans l'organisme. **Archives Internationales de Physiologie**, v. 19, n. 4, p. 369-398, 1922.

COUTINHO, F. P.; CAVALCANTI, M. A. Q.; YANO-MELO, A. M. Filamentous fungi isolated from the rhizosphere of melon plants (*Cucumis melo* L. cv. Gold Mine) cultivated in soil with organic amendments. **Acta Botânica Brasileira**, v. 24: 292-298, 2010.

FARAG, A. M.; HASSAN, S. W.; BELTAGY, E. A.; EL-SHENAWY, M. A. Optimization of production of anti-tumor L-asparaginase by free and immobilized marine *Aspergillus terreus*. **Egyptian Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 4, p. 295-302, 2015.

GACESA, P.; HUBBLE, J. **Tecnologia de las enzimas**. Zagora: Acriba, 1990. P. 206.

HOSAMANI, R.; KALIWAL, B. B. L-asparaginase-an anti-tumor agent production by *Furasium equiseti* using solid-state fermentation. **International Journal of Drug Discovery**, v. 3, n. 2, p. 88-99, 2011.

KIDD, J. G. Regression of transplanted lymphomas induced in vivo by means of normal guinea pig serum. **Journal of Experimental Medicine** v. 98, n. 6, p. 565-582, 1953.

LOUREIRO, E. S.; FILHO, A. B.; ALMEIDA, J. E. M.; LEITE, L. G.; LAMAS, C. Efeito da temperatura e da luminosidade no desenvolvimento do Fungo *Sporothrix insectorum* (hoog & evans). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 69, n. 2, p. 79-83, 2002.

LOUREIRO, C. B.; BORGES, K. S.; ANDRADE, A. F.; TONE, L. G.; SURAIÁ, S. Purification and biochemical characterization of native and pegylated form of L-asparaginase from *Aspergillus terreus* and evaluation of its antiproliferative activity. **Advances in Microbiology**, v. 2, n. 2, p. 138-145, 2012.

MAHAJAN, R. V. et al. A rapid, efficient and sensitive plate assay for detection and screening of L-asparaginase-producing microorganisms. **FEMS Microbiology Letters**, v. 341, n. 2, p. 122-126, 2013.

MARCUZZO, L. L.; XAVIER, A. Efeito da temperatura e do fotoperíodo no desenvolvimento micelial de *Sclerotium cepivorum*, agente causal da podridão branca do alho e da cebola. **Summa Phytopathol.**, v. 43, n. 1, p. 68-69, 2017.

MELLO, S. C. M.; REIS, A.; SILVA, J. B. T. Manual de curadores de germoplasma-microorganismos: fungos filamentosos. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia-Documentos (INFOTECA-E)**. 2011.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Ministério da Saúde enviou medicamento para teste de qualidade**, 2017a. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/28021-ministerio-da-saude-envioumedicamento-para-teste-de-qualidade>. Acesso em: 05/04/2018.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Ministério fez consulta mundial para compra de asparaginase**, 2017b. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/27975-ministerio-fez-consulta-mundial-paracompra-de-asparaginase>. Acesso em: 05/04/2018.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Seis laboratórios atestam L-Asparaginase adquirida pelo Ministério da Saúde**, 2017c. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/29718-seis-laboratoriosatestam-l-asparaginase-adquirida-pelo-ministerio-da-saude>. Acesso em: 05/04/2018.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Ministério da Saúde reúne entidades de referência em oncologia para validar a nova compra do medicamento**, 2017d. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agenciasaude/42283-ministerio-da-saude-reune-entidades-de-referencia-em-oncologia-para-validar-anova-compra-do-medicamento>. Acesso em: 05/04/2018.

MINISTERIO DE SAÚDE. **Ministério passará a pagar hospitais por fases da quimioterapia de leucemia (LLA)**, 2018. Disponível em: <http://portalms.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/42285-ministerio-passara-a-pagar-hospitais-por-fases-da-quimioterapia-de-leucemia-lla>. Acesso em: 05/04/2018.

MURRAY, P. R.; ROSENTHAL, K. S.; PFALLER, M. A. **Microbiologia médica**. 7. ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2014, 1808 p.

NARTA, U. K.; KANWAR, S. S.; AZMI, W. Pharmacological and clinical evaluation of Lasparaginase in the treatmentof leukemia. **Critical Reviews in Oncology Hematology**, v. 61, n. 3, p. 208-221, 2007.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2014, 1250 p.

NEVES, K. C. S.; PORTO, A. L. F.; TEIXEIRA, M. F. S. Seleção de leveduras da Região Amazônica para produção de protease extracelular. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 3, p. 299-306, 2006.

NOMENCLATURE COMMITTEE OF THE INTERNATIONAL UNION OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY (NCIUBMB). **IUBMB Enzyme Nomenclature EC 3.5.1.1**. 1961. Disponível em: <https://www.qmul.ac.uk/sbcs/iubmb/enzyme/EC3/5/1/1.html>. Acesso em: 02/11/2018.

OLIVEIRA, L. G.; CAVALCANTI, M. A. Q.; FERNANDES, M. J. S.; LIMA, D. M. M. Diversity of filamentous fungi isolated from the soil in the semiarid area, Pernambuco, Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 95, p. 49-54, 2013.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences discussions**, 4: 439-473, 2007.

PIROTA, R. D. P. B.; TONELOTTO, M.; DELABONA, P. S.; TREMACOLDI, C. R.; FARINAS, C. S. Characterization of fungi isolated from the Amazon region for the potential of biomass-degrading enzymes production. **Cienc. Rural**, v. 45, n. 9, p. 1606-1612, 2015.

ROSA, I. Z. **Isolamento e seleção de fungos filamentosos termofílicos produtores de celulases, xilanases e celobiose desidrogenase com potencial para sacarificação do bagaço de cana-de-açúcar**. 2014. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia. IBILCE-UNESP. São José do Rio Preto.

SANSON, E.; JASKOLSKI, M. Structure, dynamics and electrostatics of the L-asparaginase catalytic centre: Implications for reaction mechanism. **London: Department of Crystallography, Birkbeck College, London and Venus Internet Ltd., 2004.**

SARQUIS, M. I. M.; OLIVEIRA, E. M. M.; SANTOS, A. S.; COSTA, G. L. Production of L-asparaginase by Filamentous Fungi. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 5, p. 489-492, 2004.

SCHAEFER, C. E. R. et al. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 669-678, 2002.

SREENIVASULU, V.; JAYAVEERA, K. N.; MALLIKARJUNA R. P. Solid-State fermentation for the production of L-asparaginase by *Aspergillus* sp. **Research J. Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 1, n. 1, p. 21-25, 2009.

SOTÃO, H. M. P.; CAMPOS, E. L.; COSTA, S. P. S. E. Micologia Diversidade dos fungos na Amazônia. **Série Cadernos de Alfabetização Científica**, v. 1, p. 1-27, 2004.

THOMAS, X.; CANNAS, G.; CHELGHOU, Y.; GOUGOUNON, A. Therapeutic alternatives to native L-asparaginase in the treatment of adult acute lymphoblastic leukemia. **Bulletin du Cancer**, v. 97, n. 9, p. 1105-1117, 2010.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 12. ed. Artmed, Porto Alegre, 2017, 962 p.

VAN DEN BERG, H. Asparaginase revisited. **Leukemia & lymphoma**, v. 52, n. 2, p. 168-178, 2011.

VERAS, B. O. **Produção de L-asparaginase por bactérias cultiváveis do coral *Siderastrea stellata* dos recifes costeiros do cabo branco – Paraíba**. 2017. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba.

VERMA, N. K.; KUMAR, G.; KAUR, A. S. L-asparaginase: A promising chemotherapeutic agent. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 27, n. 1, p. 45-62, 2007.

WISEMAN, A. **Manual de biotecnologia de los enzimas**. Zaragoza: Acriba, 1985, 445 p.

ZUO, S. H.; ZHANG, T.; JIANG, B.; WANMENG, M. Recent research progress on microbial lasparaginases. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 99, n. 3, p. 1069-1079, 2014.

CAPÍTULO 2

TESTES DE SUBSTRATOS PARA PRODUÇÃO DE HIDROLASES DE INTERESSE BIOTECNOLÓGICO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DA AMAZÔNIA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Bianca Kynseng Barbosa da Silva Costa

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB – UFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/6168405801088199>

Michel Nasser Corrêa Lima Chamy

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB – UFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/5334792132991651>

Ana Beatriz Pereira Lélis da Costa

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB – UFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/7475489082085362>

Amanda Farias de Vasconcelos

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB – UFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/0565393443201519>

Uatyla de Oliveira Lima

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB – UFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/2465800956530807>

Alexandre Colli Dal Prá

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB – UFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/4991052979468474>

Maria da Paz Félix de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas – IFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/8334191085103677>

Ricardo Gomes de Brito

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB – UFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/3259435792447286>

Renato dos Santos Reis

Instituto de Saúde e Biotecnologia ISB – UFAM
Coari – Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/2547554276214581>

RESUMO: Resíduos orgânicos gerados pelo setor alimentício têm sido empregados como fonte de carbono para o crescimento microbiano e produção de enzimas hidrolíticas como as celulasas e amilases. A pesquisa objetivou testar diferentes resíduos agrícolas (cascas de castanha-do-pará, mandioca e banana) como substratos para produção de hidrolases por fungos filamentosos amazônicos no município de Coari. Os fungos foram isolados de solo coletado no Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões por diluição seriada seguida de plaqueamento em meio *Sabouraud Dextrose Ágar* com cloranfenicol. Os resíduos agrícolas provenientes da feira municipal de Coari e de pequenos produtores foram lavados, secos e triturados. A produção enzimática foi obtida por fermentação em meio líquido Manachini enriquecido com o substrato agrícola. A atividade enzimática foi determinada pela técnica do *Cup-plate* e por método sacarificante com ácido 3,5-dinitrosalicílico. Foram isolados um total de 63 fungos filamentosos. Todos os resíduos agrícolas selecionados mostraram-se viáveis como substrato indutor para produção de

celulasas e amilases. Dentre os isolados, 10 foram testados no *Cup-plate*, onde o fungo AS 36 foi o melhor produtor de celulasas nos substratos casca de castanha e mandioca, com Índice Enzimático (I) 5,95 e 5,85 respectivamente e AS 51 como melhor produtor de amilases a partir da casca da banana obtendo o valor de 4,85. Quanto a atividade sacarificante, o fungo AS 36 obteve o melhor desempenho para amilase e celulase com 0,81 UI.mL⁻¹, 0,55 UI.mL⁻¹ e 0,48 UI.mL⁻¹ nos substratos casca da banana, castanha e mandioca respectivamente. Os resultados encontrados expressam a potencialidade na produção enzimática de amilase e celulase por fungos isolados do solo de Coari utilizando resíduos agrícolas regionais como substrato indutor.

PALAVRAS-CHAVE: Substratos agrícolas, solo, amilase, celulase, fermentação líquida.

SUBSTRATE TESTS FOR HYDROLASES PRODUCTION OF BIOTECHNOLOGIC INTEREST OF FILAMENTOUS FUNGI FROM THE AMAZON

ABSTRACT: Organic waste generated by the food sector has been used as a carbon source for microbial growth and production of hydrolytic enzymes such as cellulases and amylases. The research aimed at testing different agricultural residues (Brazil nut shells, cassava and banana peels) as substrates for production of hydrolases by Amazonian filamentous fungi in Coari city. Fungi were isolated from soil collected at the Middle Solimões Research Support Center by serial dilution followed by plating on Sabouraud Dextrose Agar medium with Chloramphenicol. Agricultural waste from Coari municipal fair and local producers were washed, dried and crushed. Enzymatic production was obtained by liquid fermentation in Manachini medium enriched with agricultural substrate. Enzymatic activity was determined by the Cup-plate technique and by saccharifying method with 3,5-dinitrosalicylic acid. A total of 63 filamentous fungi were isolated. All selected agricultural residues were viable as an inducing substrate for the production of cellulases and amylases. Among the isolated ones, 10 were tested on the Cup-plate, where the fungus AS 36 was the best cellulases producer on the substrates of Shell nuts and cassava, with Enzyme Index (I) 5.95 and 5.85 respectively and AS 51 as the best producer of amylases from banana peel obtaining the value of 4.85. As for saccharifying activity, the fungus AS 36 obtained the best performance for amylase and cellulase with 0.81 IU.mL⁻¹, 0.55 IU.mL⁻¹ and 0.48 IU.mL⁻¹ on the banana peel, chestnut and cassava respectively. The results found express the enzymatic production of amylase and cellulase potencial by fungi isolated from Coari soil using regional agricultural waste as an inducing substrate.

KEYWORDS: Agricultural substrates, soil, amylase, cellulase, liquid fermentation.

1 | INTRODUÇÃO

A Amazônia recebe significativa atenção quanto à diversidade do seu ecossistema, pois a riqueza do material biológico possibilita a descoberta de incontáveis recursos genéticos neste bioma (SHUBART, 1983 apud BARBOSA, 2000).

A literatura frequentemente relata a grande quantidade de organismos presentes nesse habitat que ainda não foram identificados, como plantas, insetos, animais e micro-organismos que são fontes de novos saberes científicos para desenvolvimento de

biotecnologias (BARBOSA, 2000; PIROTA et al., 2015).

Nesse contexto, muitos autores ressaltam a importância de identificar e de caracterizar o maior número de espécies, com vistas a favorecer a ampliação da bioindústria, o uso sustentável do recurso biológico e, sobretudo, permitir a preservação de material genético para a posteridade (BARBOSA, 2000; PIROTA et al., 2015; SILVA; MALTA, 2016).

O crescente foco nas pesquisas científicas voltadas para a área da microbiologia aplicada demonstra a pertinência em estudar o potencial dos micro-organismos. Estudos estimam a existência de 1,5 milhão de espécies de fungos no mundo onde somente 70 mil foram catalogados (OLIVEIRA, 2010; SILVA; MALTA, 2016).

É sabido que o bioma da Amazônia é uma fonte próspera de organismos pertencentes ao Reino Fungi por possuir condições climáticas favoráveis como umidade elevada, grande disponibilidade de água e diversidade no substrato nutricional. Nessas condições, os fungos do tipo filamentosos são abundantemente distribuídos devido a sua diversidade metabólica e estrutura micelial formada por um complexo de hifas que atuam na absorção de nutrientes. Esses organismos heterotróficos frequentemente secretam substâncias no ambiente para degradar polímeros complexos e facilitar a entrada destes na célula fúngica (SPIER, 2005; ROSA, 2014; GONÇALVES, 2016).

Para além da sua importância ecológica através da decomposição de restos orgânicos no ecossistema, os fungos filamentosos possuem grande valor para os processos biotecnológicos na obtenção de substâncias ativas oriundas do seu metabolismo celular (CARMO, 2011; OLIVEIRA, 2010; SILVA; MALTA, 2016).

Os metabólitos em questão possuem inúmeras aplicações. Tornam-se princípio ativo na fabricação de biofármacos, catalisam reações químicas, melhoram a qualidade e a eficiência dos processos fermentativos aumentando a produtividade, ajudam a degradar substâncias tóxicas oriundas dos corantes têxteis, possibilitam a conversão de biomassa em combustível como o etanol, entre outras atuações nas indústrias (CARMO, 2011).

As hidrolases são algumas das várias biomoléculas produzidas pelos fungos que atuam degradando polímeros complexos em estruturas mais simples para obtenção de energia (SALOMÃO, 2017). De acordo com Carmo (2011) e Gonçalves (2016) grande parte das enzimas aplicadas nas indústrias (75%) é destinada à hidrólise de macromoléculas naturais complexas, tais como celulose, hemicelulose, lignina e amido.

As celulasas constituem um conjunto de enzimas que atuam na despolimerização da celulose. Este polissacarídeo possui um arranjo estrutural complexo formado por ligações glicosídicas na sua cadeia linear e por ligações de hidrogênio dentro da própria molécula ou entre moléculas distintas de celulose que lhe conferem alta resistência e baixa solubilidade em água (ARANTES; MILAGRES, 2009; INFORSATO; PORTO, 2016)

Assim como a celulose, o amido é um polímero encontrado em abundância na natureza e também muito utilizado na indústria de alimentos. As enzimas hidrolíticas responsáveis pela degradação do amido nos processos fermentativos são as amilases. O

grande interesse industrial por estas enzimas potencializa a realização de pesquisas com objetivo de descobrir novos micro-organismos produtores (SPIER, 2005; OLIVEIRA, 2013; ASTOLPHO, 2017).

Com a difusão dos parâmetros de sustentabilidade, tecnologias e processos são desenvolvidos para diminuir o impacto ambiental causado pelo descarte de rejeitos oriundos das indústrias. Resíduos orgânicos gerados pelo setor alimentício, por exemplo, têm sido empregados como fonte de carbono para o crescimento microbiano e para produção das enzimas hidrolíticas. A conversão desses substratos pelas hidrolases origina os mais variados produtos como heteropolímeros de interesse tecnológicos, ácidos orgânicos e biocombustível (SANTOS, 2015).

Os principais resíduos oriundos da agroindústria no Brasil são os farelos de trigo, de mandioca, de casca de arroz e de café; o bagaço de beterraba e de cana-de-açúcar – conforme Gonçalves (2016). No Amazonas, os dados sobre os resíduos gerados pela produção agrícola são escassos e não estão sistematizados. Porém, dados cotejados sobre o desenvolvimento da agricultura no Estado indicam que o Amazonas possui como principais rejeitos agrícolas as cascas de cupuaçu, castanha, coco, cascas e caroços de açaí e tucumã (VAL; SANTOS, 2011; AQUINO, 2014).

Nesse sentido, o desenvolvimento de pesquisas sobre a produção de hidrolases por fungos aliada ao emprego dos resíduos agrícolas da Amazônia é pertinente também devido à carência de trabalhos científicos da área, bem como a crescente demanda industrial atrelada às questões de manejo sustentável dos recursos ambientais.

Diante do exposto, a pesquisa objetivou avaliar diferentes resíduos agrícolas regionais (cascas de banana, castanha-do-Pará e cascas de mandioca) como substrato indutor para produção de amilases e celulases por fungos filamentosos isolados do solo no Município de Coari – Amazonas.

2 | METODOLOGIA

2.1 Isolamento dos fungos e preparo dos resíduos agrícolas

Os fungos foram isolados de amostras de solo coletadas no Centro de Apoio à Pesquisa do Médio Solimões – CAP-MedSol (S 04°07'31.4" W 063°04'23.9") na cidade de Coari – Amazonas. As colônias fúngicas foram obtidas pela técnica de diluição seriada seguido de plaqueamento meio *Sabouraud Dextrose Ágar* (SDA) com cloranfenicol adaptada a partir da metodologia de Colla et al. (2008).

As cascas de castanha-do-Brasil, mandioca e banana foram coletadas na Feira Municipal de Coari assim como de pequenos comerciantes da cidade. Os resíduos agrícolas foram higienizados em água corrente seguida de água destilada, sendo submetidos à secagem em estufa a 60°C pelo período de 24 horas para as cascas da mandioca, por

48 horas para cascas da castanha e 72 horas para as cascas de banana. O material foi triturado separadamente em moinho de facas tipo Willey usando as peneiras com malha 10 mesh para as cascas de banana e 30 mesh para as cascas de mandioca e castanha, cuja as granulometrias aproximadas são 2 mm e 0,5 mm respectivamente. O pó de cada resíduo agrícola foi armazenado em refrigerador a - 4°C até o momento da utilização (SANTOS et al., 2013).

2.2 Condições de cultivo e obtenção do extrato enzimático bruto

A produção das enzimas foi por fermentação submersa sob agitação (150 rpm) a 28°C por 72 horas. Para isso, cada fungo, foi inoculado em frasco Erlenmeyer de 100 mL contendo 30 mL de meio nutriente Manachini (MANACHINI et al. 1987) enriquecido com 1% do resíduo agrícola. Ao término da fermentação, os inóculos foram filtrados em papel filtro e funil de vidro, seguido de centrifugação por 30 minutos a 4000 r.p.m. para obtenção de uma solução livre de células.

2.3 Determinação da atividade enzimática

Para a determinação qualitativa da atividade enzimática foi utilizada a técnica do *Cup-plate* descrito por Teixeira et al. (2011). Onde 100 µL de extrato bruto foi pipetado em cada poço (Ø 5 mm), em seguida as placas foram incubadas em estufa B.O.D. a 37°C por 72 horas. A revelação da atividade enzimática ocorreu com a formação de halos translúcidos, indicando a hidrólise do substrato pela enzima de interesse, após aplicação da solução aquosa de vermelho do Congo 0,1 % (p/v) e NaCl 1M para celulase e iodo ressublimado para amilase.

Após a seleção dos melhores produtores pelo *Cup-plate*, a atividade amilolítica e celulolítica foi quantificada através da mensuração dos açúcares redutores pelo método DNS – ácido 3,5-dinitro-salicílico (MILLER, 1959) adaptado (VASCONCELOS, 2013).

Foi calculada uma curva de calibração a partir do teor de glicose (g.L⁻¹), em que uma unidade de atividade enzimática foi definida como a quantidade de enzima capaz de liberar 1 µmol de açúcares redutores por minuto de reação, sendo expressa em UI.mL⁻¹ de resíduo fermentado. As absorbâncias foram convertidas a valores de concentração de glicose (µmol.mL⁻¹) mediante os dados apresentados na equação da reta obtida na curva padrão (FERNANDES et al., 2007; PIETROBON, 2008).

Nos ensaios com as enzimas de interesse, foi preparado um meio reacional contendo 0,5 mL do extrato enzimático bruto e 0,5 mL de substrato a 1%: para celulases – carboximetilcelulose (CMC) diluído em Tampão citrato de sódio a 50 mM com pH 4,8; para amilase – solução de amido solúvel P.A. diluído em Tampão fosfato de potássio 50 mM com pH 6,0.

As amostras foram incubadas a 37°C por 10 minutos em banho-maria, após esse período, foram adicionados 0,5 mL do reagente DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico) sendo submersas por 5 minutos a 100°C para interrupção da reação. Após resfriamento, foram

adicionados 3,5 mL de água destilada para leitura da absorbância das amostras a 540 nm no espectrofotômetro (KASUAKI). A solução controle para calibração do zero no aparelho foi preparada utilizando 1 mL de água destilada em substituição ao extrato enzimático, seguindo o mesmo procedimento acima (FERNANDES et al., 2007; PIETROBON, 2008).

3 I RESULTADOS

A partir das amostras de solo amazônico coletadas na região do CAP-MedSol em Coari, obteve-se um total de 63 fungos. A amostragem de isolados para avaliação da produção extracelular das enzimas celulasas e amilases foi de 10 fungos. Os extratos enzimáticos foram submetidos ao teste qualitativo do *Cup-plate*, a partir do qual os dados coletados (diâmetro total do halo e diâmetro do poço) possibilitaram calcular os Índices de Atividade Enzimática (I) apresentados na Tabela 1.

ENZIMA SUBSTRATO FUNGOS	AMILASE		CELULASE			
	CASCA DA BANANA		CASCA DA CASTANHA		CASCA DA MANDIOCA	
	HALO (mm)*	(I)	HALO (mm)	(I)	HALO (mm)	(I)
AS 01	9	2,8	24,5	5,9	20,75	5,15
AS 18	12,5	3,5	-	-	-	-
AS 20	9,5	2,9	22,5	5,5	-	-
AS 26	14,25	3,85	18,75	4,75	-	-
AS 02	17,25	4,45	13,5	3,7	-	-
AS 61	14,75	3,95	18,25	4,65	12	3,4
AS 51	19,25	4,85	12,25	3,45	-	-
AS 60	16,5	4,3	17	4,4	14,25	3,85
AS 36	15,25	4,05	24,75	5,95	24,25	5,85
AS 59	8	2,6	-	-	-	-

Tabela 1 - Índice da atividade enzimática para amilase e celulase de fungos amazônicos pelo método do *Cup-plate** HALO (mm) = diâmetro total do halo – diâmetro do poço

Foram considerados como bons produtores de amilases e celulasas os fungos que obtiveram (I) acima ou igual a 2 (SOARES et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2011). Nesse sentido, os fungos AS 01, 61, 60 e 36 obtiveram resultados satisfatórios para ambas as enzimas em todos os substratos testados.

Em uma perspectiva geral, os melhores produtores de enzimas foram os fungos AS 51 para amilase com (I) igual a 4,85 no substrato casca de banana e AS 36 para celulase que apresentou o melhor desempenho com 5,95 e 5,85 de atividade enzimática nos substratos cascas de castanha e mandioca respectivamente.

Com base nos resultados qualitativos do *Cup-plate* foram selecionadas as amostras cujo (I) foi igual ou superior a 3,0 para quantificação da atividade enzimática através do método DNS. No que se refere à atividade sacarificante, o fungo AS 36 obteve o melhor

desempenho para amilase e celulase nos substratos casca da banana e casca de castanha, cujos valores de atividade enzimática foram $0,81 \text{ UI}\cdot\text{mL}^{-1}$ e $0,55 \text{ UI}\cdot\text{mL}^{-1}$ respectivamente. Para o substrato indutor casca de mandioca, o fungo AS 01 foi o melhor produtor de celulase alcançando o valor de $0,485 \text{ UI}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Foi possível observar (Figura 1) que obteve-se a maior atividade enzimática no resíduo agrícola casca de banana seguido de casca de castanha como substrato indutor. A casca da mandioca foi o resíduo cuja produção enzimática foi a menor. Constatou-se que o fungo AS 36 foi o melhor produtor de enzimas hidrolíticas em todos os substratos avaliados.

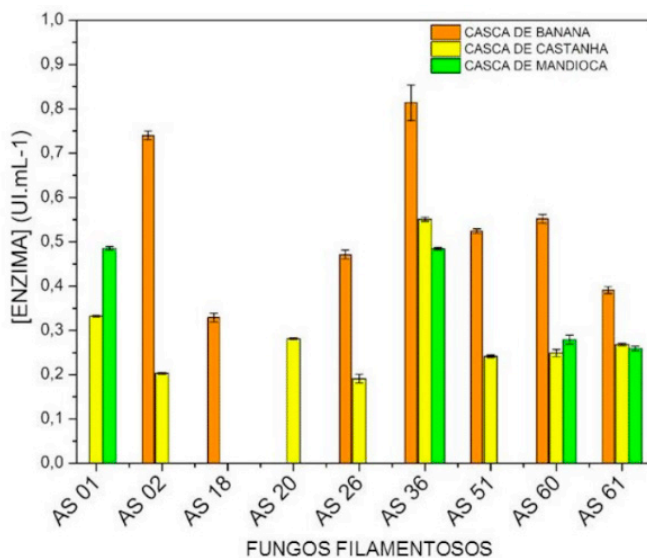


Figura 1 – Atividade enzimática amilolítica e celulolítica de fungos filamentosos em substratos agrícolas

4 | DISCUSSÃO

A quantidade de isolados neste trabalho (63 fungos) foi superior aos resultados descritos pelos autores Pirota et al. (2015) que isolaram um quantitativo de 40 fungos do solo e de madeira em decomposição da Floresta Amazônica e por Castro; Gutierrez; Sotão (2012) que descrevem 45 fungos conidiais isolados de partes em decomposição de *Euterpe oleracea* Mart. (açazeiro) na Área de Proteção Ambiental da ilha do Combu, município de Belém – Pará.

Números mais expressivos de isolados da região amazônica são expostos por Fonseca et al. (2016) que obtiveram 83 fungos da família *Polyporaceae* da área de floresta nos Municípios do Estado do Amazonas: Autazes, Anamá, Careiro da várzea, Coari, Barcelos, Borba, Manaus, Manicoré, Novo Aripuanã, Nova Olinda do Norte, Parintins e

Presidente Figueiredo.

Bezerra et al. (2016) descreve 91 fungos filamentosos isolados de sedimentos do Rio Negro no Amazonas, enquanto que 110 fungos filamentosos foram isolados por Delabona (2011) de áreas florestais pertencentes a Reserva da Embrapa Amazônia Oriental e da Fazenda Sococo no Estado do Pará.

A quantidade elevada de isolados encontrada por estes autores decorre da extensão da área de coleta que foi superior a área delimitada neste trabalho. Ademais, Moura et al. (2015), em seus estudos sobre a variação populacional de bactérias e fungos no solo, afirma que a microbiota responde de maneira variada devido a fatores como teor de umidade, pH, profundidade de coleta, nutrientes, temperatura e período climático que influenciam diretamente na composição dos micro-organismos no ambiente.

Sob uma perspectiva ampla, a variação no número de isolados na literatura e neste trabalho é uma resposta às distintas condições do local de coleta, dos substratos disponíveis e das influências climáticas. Estes fatores, moldam as características fisiológicas das células fúngicas alterando a atividade enzimática desses micro-organismos.

A análise qualitativa do *Cup-plate* permite avaliar a produção enzimática em meio sólido através da visualização de halos de degradação do substrato específico para cada enzima. O resultado é expresso em milímetros do halo formado ou através do Índice Enzimático (I) obtido por meio de fórmula matemática.

Segundo Soares et al. (2010) e Teixeira et al. (2011), os fungos que possuem (I) igual ou maior que 2,0 são considerados bons produtores de enzimas. Nesse sentido, todos os fungos analisados neste trabalho podem ser considerados bons produtores de amilases tendo como substrato indutor a casca da banana visto que apresentaram (I) entre 2,6 a 4,85. Para celulasas, 8 fungos foram bons produtores da enzima a partir do substrato casca de castanha com valores entre 3,45 a 5,95 e apenas 4 fungos mostraram produção satisfatória de enzimas celulolíticas no substrato casca de mandioca com (I) entre 3,4 a 5,85.

Valores de (I) muito próximos ao deste trabalho foram relatados por Brito (2017) que investigou a atividade amilolítica de fungos filamentosos endofíticos isolados da mandioca no município de Coari – AM. Dentre os fungos analisados pelo autor, três apresentaram os melhores índices enzimáticos tendo como substrato amido solúvel sendo 3,6, 3,5 e 3,4. Chamy (2017) obteve resultados mais expressivos para a enzima amilase de fungos filamentosos isolados de formigas cortadeira no município de Coari com (I) igual a 4,4 e para celulase o melhor produtor alcançou (I) igual a 5,33.

A similaridade dos resultados pode ter sido alcançada devido às condições de cultivo das enzimas (fermentação submersa a 28°C sob agitação durante 72 horas) e às condições do teste de atividade enzimática (37°C por 36 horas) em ambos os trabalhos. O mesmo parâmetros foram utilizados na presente pesquisa com um acréscimo no tempo de incubação do teste enzimático para 72 horas – o que pode explicar os valores encontrados

relativamente superiores ao destes dois autores.

Tavares et al. (2012) testaram a atividade enzimática de fungos filamentosos pertencentes aos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus* isolados das folhas de noni (*Morinda citrifolia*) do Amazonas. Estes autores encontraram diâmetros superiores, onde os maiores halos celulolíticos (34 mm e 33 mm) e amilolíticos (29,5 mm e 29 mm) foram apresentados por exemplares fúngicos do gênero *Aspergillus*.

É plausível que as condições de cultivo e de teste enzimático conferidas por esses autores como temperatura e tempo de incubação das amostras tenham influenciado na formação dos halos de degradação. Tavares et al. pode ter alcançado a amplitude dos halos devido ao tempo de fermentação que foi de cinco dias, o mais longo dentre os presentes trabalhos. Além disso, a temperatura de fermentação (30°C) também foi mais alta – onde a prevalência é de 28°C utilizada pelos outros autores e admitida nos testes dos fungos isolados nesta pesquisa.

O método DNS permite quantificar a atividade sacarificante pela determinação dos açúcares redutores produzidos na hidrólise do substrato específico para cada enzima (FERNANDES et al. 2007). Dentre os fungos analisados, o isolado AS 36 obteve a melhor atividade amilolítica tendo como substrato casca de banana (0,814 UI.mL⁻¹) e celulolítica no substrato indutor casca de castanha (0,551 UI.mL⁻¹) e casca de mandioca (0,484 UI.mL⁻¹).

Santa-Rosa et al. (2018) comparou a atividade celulolítica de um fungo do gênero *Penicillium*, isolado do solo no município de Presidente Figueiredo – AM, com o isolado de *Trichoderma reesei* o qual é frequentemente aplicado na produção de enzimas celulolíticas. Os autores relataram que as atividades enzimáticas dos micro-organismos analisados foram bastante similares no substrato Carboximetilcelulose (CMC), sendo 0,60 UI.mL⁻¹ para *Penicillium* e 0,86 UI.mL⁻¹ para *T. reesei*. Este resultado, embora ligeiramente superior, foi bem próximo ao do fungo AS 36 com o resíduo agrícola casca de castanha demonstrando a potencialidade deste fungo e a viabilidade do substrato indutor.

A atividade amilolítica do isolado AS 36 (0,814 UI.mL⁻¹) foi mais expressiva se comparada aos resultados publicados por Silva et al. (2017). Esses autores usaram amido solúvel como substrato para produção de amilase por fungos filamentosos provenientes da Coleção de Cultura de Fungos Filamentosos Endofíticos do LPNBio – BA. Registraram a maior atividade (0,47 UA) no tempo de fermentação equivalente a 72 horas, quase a metade do valor produzido por AS 36 utilizando o substrato indutor casca de banana no mesmo tempo de fermentação.

Resíduos agroindustriais foram avaliados como substratos para produção de hidrolases por linhagens de fungos filamentosos no trabalho de Stroparo et al. (2012). No artigo em questão, a melhor atividade endoglucanásica (enzima celulolítica que atua na região interna da molécula de celulose) foi obtida com o uso da casca de abacaxi como substrato sendo 0,18 UI.mL⁻¹, consideravelmente inferior ao melhor produtor AS 36 tanto para casca de castanha quanto para casca de mandioca. Entretanto, a atividade amilolítica

descrita por Stroparo et al. (2012) foi mais elevada sendo $6,32 \text{ UI.mL}^{-1}$ no substrato farelo de trigo.

5 | CONCLUSÃO

Diante da grande quantidade de fungos isolados, pôde-se confirmar que as características do solo e do clima amazônico são favoráveis para o crescimento de microorganismos, principalmente os organismos pertencentes ao reino fungi. Os resíduos agrícolas avaliados nesta pesquisa mostraram-se viáveis como substrato indutor para produção de celulasas e amilases por isolados de fungos filamentosos do solo de Coari. Observou-se o bom desempenho das enzimas produzidas pelos fungos isolados a partir de substratos agrícolas que alcançaram valores de atividade enzimáticas equiparados às enzimas produzidas a partir de substratos comerciais (Amido solúvel e Carboxymetilcelulose).

Espera-se poder contribuir, com as especificidades regionais desta pesquisa, para o estudo e desenvolvimento de bioprodutos como as enzimas hidrolíticas e para disseminação do conhecimento a respeito da diversidade e potencialidade microbiológica presente no solo amazônico.

REFERÊNCIAS

AQUINO, S. F. **Entre a roça e a feira: a circulação da produção agrícola no Amazonas**. 2014. 215 f. Tese (Doutorado em Sociedade e Cultura na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.

ARANTES, V.; MILAGRES, A. M. F. Relevância de compostos de baixa massa molar produzidos por fungos e envolvidos na biodegradação da madeira. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1586–1595, 2009.

ASTOLPHO, H. A.; CARMO, E. J.; ASTOLFI-FILHO, S. Expressão e caracterização de α -amilase de *Bacillus licheniformis* DSM13 em levedura *Pichia pastoris*. **Scientia Amazonia**, Manaus, v. 6, n. 3, p. 107-118, 2017.

BARBOSA, F. A moderna biotecnologia e o desenvolvimento da Amazônia. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 43-7, 2000.

BEZERRA, A. F. M. et al. Bioprospecção de fungos filamentosos isolados dos sedimentos do rio Negro para aplicação em reações de biorremediação enantiosseletiva de cetonas. In: OLIVEIRA, L.A. et al (Ed.). **Diversidade microbiana da Amazônia**. Editora INPA, Manaus, p. 35-40, 2016.

BRITO, R. G. **Produção de Amilase por *Aspergillus flavus* isolado a partir da mandioca (*Manihot esculenta*)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Coari, p. 54, 2017.

CARMO, C. da C. **Purificação parcial e caracterização da enzima xilanase produzida pelo fungo amazônico *Pycnoporus sanguineus* L. F. (MURR)**. 2011. 73 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

CASTRO, C. C.; GUTIÉRREZ, A. H.; SOTÃO H. M. P. Fungos conidiais em *Euterpe oleracea* Mart. (açazeiro) na Ilha do Combu, Pará-Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. v. 26, 761-771, 2012.

CHAMY, M. N. C. L. **Identificação de fungos produtores de enzimas extracelulares de interesse biotecnológico associados às formigas cortadeiras *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Coari, p. 72, 2017

COLLA, L. M. et al. Isolamento e seleção de fungos para biorremediação a partir de solo contaminado com herbicidas triazínicos. **Ciênc. agrotec.**, v. 32, n. 3, 809-813, 2008.

DELABONA, P. S. **Bioprospecção de fungos produtores de celulases da região amazônica para a produção de etanol celulósico**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, p. 121, 2011.

FERNANDES, L. P. et al. Produção de amilases pelo fungo *Macrophomina phaseolina*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 43-51, 2007.

FONSECA, M. D. P. et al. Diversidade de macrofungos da família *Polyporaceae* (Basidiomycotina) no Estado do Amazonas. In: OLIVEIRA, L.A. et al (Ed.). **Diversidade microbiana da Amazônia**. Editora INPA, Manaus, p. 94-99, 2016.

GONÇALVES, L. G. **Produção de amilases de *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* e hidrólise enzimática do bagaço de mandioca visando a produção de etanol por *Saccharomyces cerevisiae***. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.

INFORSATO, F. J.; PORTO, A. L. M. Atividade enzimática de celulases pelo método DNS de fungos isolados de sementes em germinação. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 444-465, 2016.

MANACHINI, P. L.; FORTINA, M. G.; PARINI, C. Purification and properties of an endopolygalacturonase produced by *Hizopus stolonifer*. **Biotechnology Letters**, v. 9, n. 3, p. 219-224, 1987.

MILLER, G. Use of dinitrosalicilic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**. New York, v. 31, p. 426-428, 1959.

MOURA, Q. L. et al. Variação sazonal da população de bactérias e fungos e dos teores de nitrato e amônio do solo nos sítios do LBA e PPBIO, na Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 3, p. 265-274, 2015.

OLIVEIRA, C. M. **Caracterização das amilases produzidas por isolados de rizóbios e mutantes de *Bacillus sp.* provenientes de solos amazônicos**. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

OLIVEIRA, R. L. **Avaliação do Potencial Biotecnológico de Fungos Endofíticos de *Piper hispidum***. 2010, 95 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais) – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2010.

PIETROBON, V. C. **Hidrólise do bagaço de cana-de-açúcar pré-tratado com ácido e álcali utilizando enzimas microbianas comerciais**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008.

PIROTA, R. D. P. B. et al. Caracterização de fungos isolados da região Amazônica quanto ao potencial para produção das enzimas envolvidas na conversão da biomassa vegetal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 9, p. 1606-1612, 2015.

ROSA; I. Z. **Isolamento e seleção de fungos filamentosos termofílicos produtores de celulases, xilanases e celobiose desidrogenase com potencial para sacarificação do bagaço de cana-de-açúcar**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2014.

SALOMÃO, G. S. B. **Análise da produção de celulases por fungos utilizando bagaço de cana como substrato**. 2017. 83 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2017.

SANTA-ROSA, P. S. et al. Production of thermostable β -glucosidase and CMCase by *Penicillium* sp. LMI01 isolated from the Amazon region. **Electronic Journal of Biotechnology**. v. 31, p. 84-92, 2018.

SANTOS, R. S. **Produção de hidrolases holocelulolíticas por fermentação em estado sólido com uso de fungos filamentosos e coprodutos da agroindústria de óleos vegetais como fontes de carbono**. 2015. 168 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Biocombustíveis) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

SANTOS, T. C. et al. Produção e quantificação de celulases por meio da fermentação em estado sólido de resíduos agroindustriais. **Scientia Agrária Paranaensis**, Rondon, v. 12, n. 2, p. 115-123, 2013.

SILVA, C. J. A.; MALTA, D. J. do N. A importância dos fungos na biotecnologia. **Ciências biológicas e da saúde**, Recife, v. 2, n. 3, p. 49-66, 2016.

SILVA, L. A. F. et al. Produção de amilase por fungo filamentoso endofítico em fermentação submersa. **Cad. Ciênc. Agrá.**, v. 9, n. 3, p. 49–53, 2017.

SOARES, I. A. et al. Identificação do potencial amilolítico de linhagens mutantes do fungo filamentoso *Aspergillus nidulans*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.30, 700-705, 2010.

SPIER, M. R. **Produção de enzimas amilolíticas fúngica A-amilase e amiloglucosidase por fermentação no Estado sólido**. 2005, 177 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

STROPARO, E. C. et al. Seleção de fungos filamentosos e de resíduos agroindustriais para a produção de enzimas de interesse biotecnológico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6, p. 2267-2278, 2012.

TAVARES, A. C. D. et al. Extracellular Enzymes of Anamorphic Fungi Isolated from *Morinda citrifolia* L. BBR. **Biochemistry and Biotechnology Reports**. v.1, n. 2, p.1-6, 2012.

TEIXEIRA, M. F. S. et al. **Fungos da Amazônia: uma riqueza inexplorada (aplicações biotecnológicas)**. 1 ed. EDUA, Manaus, p. 255, 2011.

VAL, A. L.; SANTOS, G. M. (Ed.). **GEEA: Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos**. Caderno de Debates. Editora INPA, v. 4, Manaus, p. 219, 2011.

VASCONCELOS, N. M. Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3,5-dinitrosalicílico: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, p. 29, 2013.

CAPÍTULO 3

BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS COM POTENCIAIS DE CONTROLE BIOLÓGICO

Data de aceite: 01/10/2020

Data da submissão: 08/09/2020

Diego Lemos Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/4202542830478566>

Lucas Faro Bastos

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0953596841200776>

Mizael Cardoso da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0868711895822283>

Gisele Barata da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/7941075213053812>

Alessandra Jackeline Guedes de Moraes

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/1929662872746023>

Ana Paula Magno do Amaral

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/3031266027733142>

Josiane Pacheco Alfaia

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/5286442594691074>

Alice de Paula de Sousa Cavalcante

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/6975802869007506>

Gledson Luiz Salgado de Castro

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/7980739792448566>

Gleiciane Rodrigues dos Santos

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/4808482618610598>

Fernanda Valente Penner

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9068170257486715>

Telma Fátima Vieira Batista

Universidade Federal Rural da Amazônia,
Laboratório de proteção de plantas
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/8251281115341075>

RESUMO: Diante do crescimento populacional e ao constante ataque de pragas nas lavouras,

existe um aumento na demanda por alimentos tanto em quantidade quanto em qualidade. Dessa maneira, alternativas para um cultivo mais produtivo e ao mesmo tempo sustentável são necessárias e têm sido bastante estudadas. Uma possibilidade, denominado controle biológico, consiste na utilização de organismos vivos para o controle de insetos pragas através de uso de inimigos naturais como predadores, parasitóides e microrganismos. No que se refere aos microrganismos, são bastantes promissores, uma vez que apresentam alta especificidade e não deixam resíduos no campo. Entre eles, destacam-se as bactérias entomopatogênicas que podem ser classificadas em esporulantes ou não esporulantes e que podem ser utilizadas de forma isolada ou integradas com outros métodos de controle. Assim, o presente trabalho de revisão tem como objetivo apresentar as principais bactérias com potenciais de controle biológico, buscando caracterizar suas particularidades.

PALAVRAS-CHAVE: Bactérias, Controle biológico, *Bacillus*, Toxinas.

ENTOMOPATOGENIC BACTERIA WITH POTENTIALS OF BIOLOGICAL CONTROL

ABSTRACT: In view of the population growth and the constant attack of pests in the crops, there is an increase in the demand for food both in quantity and in quality. Thus, alternatives for more productive and at the same time sustainable cultivation are necessary and have been extensively studied. One possibility, called biological control, consists of using living organisms to control insect pests through the use of natural enemies such as predators, parasitoids and microorganisms. With regard to microorganisms, they are very promising, since they have high specificity and do not leave residues in the field. Among them, we highlight the entomopathogenic bacteria that can be classified as sporulating or non-sporulating and that can be used in isolation or integrated with other control methods. Thus, the present review work aims to present the main bacteria with potentials for biological control, seeking to characterize their particularities.

KEYWORDS: Bacteria, Biological control, *Bacillus*, Toxins.

1 | INTRODUÇÃO

A agricultura moderna, apesar de em muitas localidades ser marcada por avanços tecnológicos, ainda apresenta perdas consideráveis por conta da ação de insetos praga. As culturas agrícolas são constantemente expostas e ou ameaçadas por pragas que afetam seu crescimento e qualidade posterior (LENGAI; MUTHOMI; MBEGA, 2019).

Conforme citam Bobrowski et al. (2003) existem perdas bilionárias com a redução da produtividade em virtude do ataque de insetos pragas e pelo custo gerado em defensivos agrícolas com o intuito de minimizar os danos, em nível mundial.

Neste contexto, a demanda por alimentos está aumentando à medida que as populações crescem e ganham riqueza para comprar dietas mais variadas e com uso intensivo de recursos (GARNETT et al., 2013). Dessa forma, se torna necessário buscar formas de aumentar a produção, no entanto, de uma maneira que seja equilibrada.

Atualmente, os inseticidas químicos ainda são bastante empregados para o controle

de pragas, o que tem se tornado um problema. Ribas & Matsumara (2009) citam que o acréscimo de volume de agrotóxicos utilizados acarreta em transtornos e modificações para o ambiente, exemplificando a contaminação das comunidades de seres vivos e acumulação nos segmentos bióticos e abióticos dos ecossistemas.

Uma das técnicas mais eficientes que pode ser utilizada para o controle de pragas de forma sustentável é o denominado controle biológico, que de acordo com van Leteren (2012) pode ser definido como o uso de um organismo para reduzir a densidade populacional de outro.

No controle biológico, predadores, parasitóides e patógenos atuam como agentes de controle natural, o qual podem controlar a população de insetos fitófagos em vários agroecossistemas (SILVA, 2000). Diante disso, a utilização de microrganismos como inseticidas biológicos é uma alternativa bastante viável.

A utilização de microrganismos no controle de insetos praga apresenta diversas vantagens. De acordo com Behle & Birthisel (2014) bioinseticidas têm uma vantagem ecológica sobre inseticidas químicos, porque os insetos específicos de pragas podem ser controlados por agentes biológicos com pouco ou nenhum efeito sobre outras plantas ou animais que habitam o mesmo ambiente.

Diversos microrganismos estão sendo usados como entomopatógenos, a exemplo de vírus, nematoides, bactérias e fungos. Dentre esses, bactérias tem apresentado um grande potencial e têm sido cada vez mais utilizadas. Assim, o presente trabalho de revisão tem como objetivo apresentar as principais bactérias com potenciais de controle biológico, buscando caracterizar suas particularidades.

2 | CARACTERÍSTICAS DE BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS

As bactérias são organismos microscópicos, unicelulares e procariontes, sendo a maioria heterótrofas e podem ou não apresentar flagelos (SILVA, 2000). Diante da diversidade de bactérias existentes, algumas apresentam patogenicidade contra insetos e podem ser utilizadas no controle biológico, o qual são denominadas bactérias entomopatogênicas.

Segundo De Bortoli & Jurat-Fuentes (2019) muitas espécies de bactérias entomopatogênicas compartilham patogênese semelhante caracterizada pela produção de múltiplos fatores de virulência, como proteínas inseticidas (PIs) distintas que têm um papel importante na letalidade.

Na classificação das entomopatogênicas, os critérios de Falcon são os mais viáveis para agrupar as bactérias em apenas duas categorias: esporulantes e não esporulantes (POLANCZYK; FIUZA; DE BORTOLI, 2011). Entre essas, destacam-se com maior importância à patologia de insetos as espécies das famílias Bacillaceae e Enterobacteriaceae (COSTA et al., 2009; POLANCZYK; FIUZA; DE BORTOLI, 2011).

A classificação de Falcon é de grande importância, uma vez que a produção de

esporos tem relação direta com a formação de cristais proteicos que causam a morte de diversos insetos. Assim, diversos produtos utilizando bactérias entomopatogênicas têm sido estudadas e desenvolvidas, gerando formulações que podem ser utilizadas no controle de insetos pragas.

3 | BACTÉRIAS ENTOMOPATOGÊNICAS ESPORULANTES

3.1 *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis foi descrito em 1915 na Alemanha, isolado a partir de traça de farinha (*Anagasta kuehniella*) (ANGELO; VILAS-BÔAS; GÓMEZ, 2010). É uma bactéria gram-positiva e entomopatogênica, aeróbica ou facultativamente anaeróbica, naturalmente encontrada no solo (BOBROWSKI et al., 2003). Atualmente, existem mais de 70 subespécies de *B. thuringiensis*, sendo as mais conhecidas as que produzem endotoxinas inseticidas tóxicas para as larvas de insetos lepidópteros, coleópteros ou dípteros (BERRY, 2012).

Bacillus thuringiensis mata insetos a partir da produção de cristais proteicos. De acordo com Martins, Vivan & Santos (2004) o cristal proteico de *B. thuringiensis* é produzido durante a esporulação e é o principal ingrediente ativo dessa bactéria. Esses cristais são formados por proteínas Cry, ou delta endotoxinas e por proteínas citolíticas (Cyt).

Bravo, Gill & Soberón (2007) citam que as proteínas Cry são especificamente tóxicas para Lepidoptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera e nemátodos, enquanto as toxinas Cyt são encontradas principalmente em cepas de Bt ativas contra Diptera.

As delta endotoxinas são sintetizadas na forma de pró-toxinas que quando ingeridas pelo inseto são solubilizadas e convertidas proteoliticamente em fragmentos tóxicos de aproximadamente 650 aminoácidos (VALICENTE et al., 2000). Segundo o mesmo autor, esses fragmentos ligam-se especificamente, e com alta afinidade, a receptores protéicos na membrana das células epiteliais do intestino, criando poros na membrana celular. As toxinas ativadas se ligam a locais no intestino médio, causando lise celular, paralisia do intestino do inseto, e mortalidade em vários dias (ADANG, 1991).

Como consequência, determinados sintomas são característicos após a morte de insetos por bactérias. Conforme cita Silva (2000) ocorre o escurecimento do inseto e amolecimento do tegumento, além dos tecidos internos e órgãos serem decompostos, o qual adquirem uma consistência viscosa, havendo um super crescimento com grande número de bactérias.

3.2 *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (bti)

Bacillus thuringiensis israelensis é uma subespécie de Bt com grande potencial de uso. Por ser eficiente contra insetos vetores de doenças como mosquitos, a bactéria passou a ser usada principalmente em pesquisas na área da saúde.

Atualmente, a *Bti* é comercializada em larga escala para o controle de mosquitos

e borrachudos, e um grande número de produtos eficientes estão disponíveis no mercado (POLANCZYK; GARCIA; ALVES, 2003).

De acordo com Boyce et al (2013) Bti apresenta letalidade através da produção de proteínas tóxicas que são ingeridas por larvas suscetíveis, sendo as toxinas ativadas no intestino causando perturbações das membranas celulares e morte.

3.3 *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (btk)

Bacillus thuringiensis var. *kurstaki* é uma subespécie que é utilizada principalmente para controle biológico de insetos da ordem lepidóptera. Diante da sua eficácia, produtos à base dessa bactéria estão entre os principais comercializados. O produto à base de Bt com maior alcance no mercado mundial é o Dipel® (Bt *Kurstaki* HD-1) (GALZER; AZEVEDO FILHO, 2016).

Vários estudos têm utilizado essa variedade. Como exemplo, (BRIGHENTI et al., 2005), avaliou a eficiência do *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (*Berliner*) no controle de *Galleria mellonella* (*Linnaeus*), que são lepidópteros que fazem galerias nos favos produzidos por abelhas, o qual prejudica a produção de mel. Após utilização da formulação comercial de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, uma das conclusões do estudo foi que o *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* aplicado via pulverização ou imersão dos favos ou incorporado à dieta dos insetos foi eficiente no controle de *Galleria mellonella*, demonstrando a efetiva aplicabilidade do produto.

Do ponto de vista comercial, o bioinseticida à base de BTK mais utilizado pode ser encontrado na formulação pó molhável (PM), com uma concentração de 32 g/kg (16.000 unidades internacionais de potência por mg, contendo um mínimo de 25 bilhões de esporos viáveis por grama) (BRIGHENTI et al., 2005).

3.4 *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai* e var. *tenebrionis*

Bacillus thuringiensis var. *aizawai* é uma subespécie utilizada para controle de lagartas. Os produtos baseados no subsp Bt. *aizawai* foram e ainda são usadas para controlar espécies como *Spodoptera* sp. e outros insetos que não eram suscetíveis ao Bt subsp. *kurstaki* (NAVON, 2000).

Bacillus thuringiensis var. *tenebrionis* é uma subespécie de Bt, o qual foi isolada em 1982 a partir de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (KRIEG et al., 1983). A bactéria produz cristal inseticida na esporulação e é utilizada no controle de coleópteros.

3.4.1 Utilização de Bt como bioinseticida

Com o aumento da demanda por produtos orgânicos devido à preocupação com a saúde e com a procura de diminuição de emissão de resíduos no meio ambiente, produtos biológicos têm sido cada vez mais demandados e biopesticidas à base de bactérias se incluem neste cenário, principalmente utilizando *Bacillus thuringiensis*.

Assim, a comercialização de bioinseticidas corresponde a cerca de 5% do mercado

mundial de pesticidas (ANGELO; VILAS-BÔAS; GÓMEZ, 2010). Vilas-Bôas, Peruca & Arantes (2007) afirmam que os produtos à base de Bt representam aproximadamente 90% do mercado mundial de agentes de controle de pragas microbianas e foram utilizados em grandes culturas, como algodão, milho, soja, batata, tomate, grãos armazenados e culturas florestais.

Além disso, a aplicação de *B.thuringiensis* é por volta de 13.000 toneladas por ano, gerando um mercado anual de 60 a 90 milhões de dólares (GITAHY et al., 2006).

De acordo com relatório da empresa de pesquisa e consultoria de mercado Markets and Markets (2020), é projetado que o mercado global de biopesticidas cresça a um CAGR (Taxa de crescimento anual composta) de 14,7%, de um valor estimado de US \$ 4,3 bilhões em 2020 para atingir US \$ 8,5 bilhões em 2025. Diante disso, inseticidas microbiológicos com *Bacillus thuringiensis* certamente terão um protagonismo ainda maior no mercado de bioinseticidas.

Quanto aos produtos, diversos à base de Bt são utilizados, entretanto, o Dipel, que tem como base *Bacillus thuringiensis kurstaki*, tem sido atribuído como destaque. De acordo com Lima (2010) essa estirpe foi selecionada para a produção do bioinseticida porque demonstrou toxicidade até 200 vezes superior às cepas utilizadas nos outros produtos comerciais. Atualmente existem 26 produtos à base de Bt registrados nos órgãos competentes que são demonstrados na tabela 1.

Produtos Comerciais	Fabricantes	<i>B. thuringiensis</i> (Bt)	Tipo de Formulação
Able	Mitsui	Bt	Suspensão Concentrada
Agree	Bio Controle	Bt <i>aizawai</i>	Pó molhável
Bac Control Max EC	Vectorcontrol	Bt <i>kurstaki</i>	Concentrado Emulsionável
Bac-Control Max WP	Vectorcontrol	Bt <i>kurstaki</i>	Pó Molhável
Bac-Control WP	Vectorcontrol	Bt <i>kurstaki</i>	Pó Molhável
BTControl	Simbiose	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
BTFERT	Micro Bio	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
BT-Turbo Max	Biovalens	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Costar	Mitsui	Bt <i>kurstaki</i>	Granulado Dispersível
Crystal	Lallemand	Bt <i>thoworthy</i>	Suspensão Concentrada

Dipel	Sumitomo	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Dipel ES-NT	Sumitomo	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Dipel WG	Sumitomo	Bt <i>kurstaki</i>	Granulado Dispersível
Dipel WP	Sumitomo	Bt <i>kurstaki</i>	Pó Molhável
Helymax EC	Ballagro	Bt	Concentrado Emulsionável
BI2002/17	Ballagro	Bt	Concentrado Emulsionável
BI73.002/17	Ballagro	Bt	Concentrado Emulsionável
Javelin WG	Mitsui	Bt <i>kurstaki</i>	Granulado Dispersível
Ponto Final	União Química	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Stregga EC	Vectorcontrol	Bt	Concentrado Emulsionável
Super-Bt	Simbiose	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Tarik WP	Vectorcontrol	Bt <i>kurstaki</i>	Pó Molhável
Thuricide	Bio Controle	Bt <i>kurstaki</i>	XX - Outras
Thuricide SC	Mitsui	Bt <i>kurstaki</i>	Suspensão Concentrada
Winner Max EC	Vectorcontrol	Bt var. <i>kurstaki</i>	Concentrado Emulsionável
Xentari	Sumitomo	Bt var. <i>aizawai</i>	Granulado Dispersível

Tabela 1. Produtos comerciais à base de *Bacillus thuringiensis* utilizados para controle de pragas agrícolas.

Fonte: Agrofit, 2020 (Adaptado).

Outra aplicação bastante interessante tem sido a utilização de genes de *Bacillus thuringiensis* em culturas agrícolas e que tem obtido bastante sucesso. Como exemplo, os genes que codificam as toxinas Bt foram transferidos com sucesso para algodão, milho, soja e arroz conferindo resistência a pragas de insetos, levando a um benefício econômico significativo (BODE, 2009).

3.5 *Lysinibacillus sphaericus*

Além do *Bacillus thuringiensis*, outra bactéria que tem sido objeto de pesquisas

sobre controle de insetos, é a *Lysinibacillus sphaericus*. Antes classificada como *Bacillus sphaericus*, foi reclassificada para *Lysinibacillus sphaericus* através de estudo realizado por AHMED et al. (2007), que utilizou como base para a reclassificação dados quimiotaxonômicos e análises filogenéticas. Contudo, diversos trabalhos ainda citam como *Bacillus sphaericus*.

Bacillus sphaericus é uma bactéria que ocorre naturalmente, aeróbica, mesofílica e formadora de esporos, comumente isolada do solo (HU et al., 2008). Nos últimos 25 anos, muito interesse tem sido focado no isolamento de cepas de *B. sphaericus* principalmente por causa de seu potencial para uso como larvicidas de mosquitos (PARK; BIDESHI; FEDERICI, 2010). Essa bactéria apresenta elevada toxicidade e especificidade contra insetos da Ordem Diptera, especialmente contra as espécies dos gêneros *Culex* e *Anopheles* (FINKLER, 2014).

Segundo HU et al. (2008) devido a toxicidade contra larvas de mosquitos, são utilizadas em programas de controle para reduzir vetores de doenças, como malária, filariose e doenças arbovirais como febre amarela, dengue e Vírus do Nilo Ocidental).

A bactéria produz durante a esporulação toxinas binárias denominadas (Bin). O Bin é composto por duas proteínas, os componentes de ligação (BinB) e tóxico (BinA), que são necessários para suas propriedades mosquitocidas (OPOTA et al., 2008). Entretanto, existem linhagens de baixa atividade dessa bactéria que não contém a toxina Bin. Nesse caso, a atividade mosquitocida é devida a proteínas conhecidas como toxinas Mtx (toxinas mosquitocidas) que são sintetizadas durante o crescimento vegetativo (WIRTH et al., 2007).

Após a ingestão, as proteínas são liberadas no intestino médio das larvas e em mosquitos suscetíveis, se ligando a um receptor específico nas membranas do intestino médio (CHARLES, 1996). Isso posteriormente levará a morte do inseto.

3.6 Gênero *Clostridium* sp.

O gênero *Clostridium* inclui bactérias anaeróbicas formadoras de esporos pertencentes ao filo Firmicutes (PAHALAGEDARA et al., 2020).

Algumas espécies possuem ação entomopatogênica como *Clostridium bif fermentans serovar malaysia*. Segundo Nicolas, Charles & Barjac (1993) essa foi a primeira bactéria anaeróbica encontrada que possui alta toxicidade para insetos. Sua toxicidade está ligada principalmente para larvas de mosquitos e moscas negras quando ingeridas de forma oral (BARJAC et al., 1990).

Além disso, são também relatados efeitos entomopatogênicos de *Clostridium brevifasciens* e *Clostridium malacosomae* em larvas de *Malacosoma pluviale*. Após ingestão, há a germinação dos esporos no intestino desse inseto e o rápido crescimento vegetativo, o qual causa a morte em poucos dias (COSTA et al., 2009; POLANCZYK; FIUZA; DE BORTOLI, 2011).

4 I BACTERIAS ENTOMOPATOGÊNICAS NÃO ESPORULANTES

As bactérias que não são formadoras de esporos não têm a mesma expressividade de utilização se comparada com as que produzem. A falta de produção de um estágio de vida ambientalmente estável limitou a produção comercial e a aplicação de bactérias não formadoras de esporos (GLARE; JURAT-FUENTES; O'CALLAGHAN, 2017). Apesar disso, algumas bactérias não esporulantes também apresentam atividade entomopatogênica.

4.1 *Photorhabdus* e *Xenorhabdus*

Photorhabdus e *Xenorhabdus* também apresentam ação contra insetos. As bactérias desses dois gêneros são simbioses mutualistas dos nematóides de *Heterorhabditis* e *Steinernema*, respectivamente, e os nematóides são, por sua vez, parasitas de insetos obrigatórios (TOBIAS; SHI; BODE, 2018).

De acordo com Fukruksa et al. (2017), *Xenorhabdus* e *Photorhabdus* vivem no intestino dos estágios juvenis infecciosos das EPNs (Nematoides entomopatogênicos).

Photorhabdus é uma bactéria Gram-negativa, bioluminescente, de inseto entomopatogênica que é membro da Enterobacteriaceae (JOYCE; LANGO; CLARKE, 2011). Essas bactérias, em conjunto com os nematóides, formam um complexo inseticida que mata o inseto e usa a carcaça para reprodução e nutrição (CASTAGNOLA; STOCK, 2014).

Segundo Clarke (2014), o mecanismo de infecção de *Photorhabdus* acontece da seguinte forma: A infecção começa quando o IJ (Estágio juvenil infeccioso do nemátodo), penetra nos insetos através de aberturas como boca, ânus do inseto antes de migrar para hemocele (a cavidade do corpo que contém o fluido circulatório do inseto, a hemolinfa). Após isso, o nemátodo libera ativamente o *Photorhabdus* que carregava em seu intestino diretamente para a hemolinfa. De forma semelhante, *Xenorhabdus* apresenta simbiose com nematodos, e também produz um grande número de toxinas inseticidas para ajudá-los a obter nutrientes dos hospedeiros do inseto (CASTAGNOLA; STOCK, 2014).

4.2 *Serratia* sp.

Algumas espécies pertencentes ao gênero *Serratia* possuem ação entomopatogênica. Como exemplo, pode-se mencionar *Serratia entomophila* e *Serratia proteamaculans*.

A doença do âmbar do capim da Nova Zelândia *Costelytra zealandica* (Coleoptera: Scarabaeidae) é causada por algumas cepas de *Serratia entomophila* e *Serratia proteamaculans* (Enterobacteriaceae) (HURST et al., 2000). A doença ocorre quando larvas do coleóptero *Costelytra zealandica*, que é uma praga de pastagem, são infectadas. De acordo com Hurst et al (2007) as larvas infectadas deixam de se alimentar dentro de 2 a 5 dias após a ingestão de células patogênicas.

A larva se torna de cor âmbar, caracterizando assim o nome da doença. Uma larva infectada pode permanecer nesse estado por um período prolongado (1 a 3 meses) antes

que as bactérias invadam a hemocele, resultando em morte rápida do inseto (GLARE; CORBETT; SADLER, 1993).

4.3 *Pseudomonas* sp.

O gênero *Pseudomonas* é um dos gêneros bacterianos mais complexos e atualmente é o gênero de bactérias Gram-negativas com o maior número de espécies (GOMILA et al., 2015). Devido à sua abundância no ambiente, o gênero *Pseudomonas* foi caracterizado pela primeira vez há muito tempo e, nos últimos cem anos, passou por muitas revisões taxonômicas (ÖZEN; USSERY, 2012). Dentro dessa diversidade, uma espécie que pode ser categorizada como entomopatogênica é a *Pseudomonas entomophila*.

Pseudomonas entomophila é uma bactéria entomopatogênica que, por ingestão, mata *Drosophila melanogaster* e também insetos de diferentes ordens (VODOVAR et al., 2006). De acordo com Vallet-Gely et al (2010) a bactéria é letal para *Drosophila melanogaster* no período de 1-2 dias após a ingestão de altas doses. Além disso, Dieppois et al (2015) citaram que *P.entomophila* demonstrou ser patogênico para três ordens de insetos de Diptera (*Anopheles gambiae* *D. melanogaster*), Lepidoptera (por exemplo, *Bombyx mori*, *Galleria mellonella*) e Coleoptera (por exemplo, *Sitophilus oryzae*), tornando-o um modelo promissor para estudos de agentes de controle biológico.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do problema do uso muitas vezes indiscriminado de químicos na agricultura, a utilização de microrganismos é bastante promissora. Bactérias, em específico, são bastantes viáveis se utilizadas isoladas ou em conjunto com outros métodos de controle para uma regulação sustentável de insetos pragas na agricultura, pela comprovada eficácia e por não deixarem resíduos tóxicos no ambiente e nos alimentos, e sem contaminação do agricultor e consumidores.

REFERÊNCIAS

ADANG, M.J. **Bacillus thuringiensis insecticidal crystal proteins: Gene structure, action and utilization**. In: Maram- orosch K (ed) *Biotechnology for Biological Control of Pests and Vectors*, pp. 3-24. CRC Press, Boca Raton, FL., 1991.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 02 set. 2020

AHMED, I. et al. **Proposal of Lysinibacillus boronitolerans gen. nov. sp. nov., and transfer of Bacillus fusiformis to Lysinibacillus fusiformis comb. nov. and Bacillus sphaericus to Lysinibacillus sphaericus comb. nov.** *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, v. 57, n. 5, p. 1117–1125, 1 maio 2007.

ANGELO, E. A.; VILAS-BÔAS, G. T.; CASTRO-GÓMEZ, R. J. H. **Bacillus thuringiensis: características gerais e fermentação**. Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 4, p. 945, 20 dez. 2010.

BARJAC, H.de. et al. **Clostridium bifermentans serovar malaysia, a new anaerobic bacterium pathogen to mosquito and blackfly larvae**. C R Acad Sci III. 1990;310(9):383-387.

BEHLE, R; BIRTHISEL, T. **Formulations of Entomopathogens as Bioinsecticides**. In: MORALES-RAMOS, Juan; ROJAS, M. Guadalupe; SHAPIRO-ILAN, David (ed.). **Mass Production of Beneficial Organisms: invertebrates and entomopathogens**. San Diego: Academic Press, 2014. Cap. 14. p. 483-517.

BERRY, C. **The bacterium, Lysinibacillus sphaericus, as an insect pathogen**. Journal of Invertebrate Pathology, v. 109, n. 1, p. 1–10, jan. 2012.

BOBROWSKI, V. L. et al. **Genes de Bacillus thuringiensis: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. Bacillus thuringiensis genes: an approach to confer insect resistance to plants**. Ciência Rural, v. 34, n. 1, p. 843–850, 2003.

BODE, H. B. **Entomopathogenic bacteria as a source of secondary metabolites**. Current Opinion in Chemical Biology, v. 13, n. 2, p. 224–230, abr. 2009.

BOYCE, R. et al. **Bacillus thuringiensis israelensis (Bti) for the control of dengue vectors: systematic literature review**. Tropical Medicine & International Health, v. 18, n. 5, p. 564–577, 1 maio 2013.

BRAVO, A.; GILL, S. S.; SOBERÓN, M. **Mode of action of Bacillus thuringiensis Cry and Cyt toxins and their potential for insect control**. Toxicon, v. 49, n. 4, p. 423–435, mar. 2007.

BRIGHENTI, D. M. et al. **Eficiência do Bacillus thuringiensis var. kurstaki (Berliner, 1915) no controle da traça da cera Galleria mellonella (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae)**. Ciência e Agrotecnologia, v. 29, n. 1, p. 60–68, fev. 2005.

CASTAGNOLA, A.; STOCK, S. **Common Virulence Factors and Tissue Targets of Entomopathogenic Bacteria for Biological Control of Lepidopteran Pests**. Insects, v. 5, n. 1, p. 139–166, 6 jan. 2014.

CHARLES, J.-F. **Bacillus sphaericus Toxins: Molecular Biology and Mode of Action**. Annual Review of Entomology, v. 41, n. 1, p. 451–472, 1 jan. 1996.

CLARKE, D. J. **The Genetic Basis of the Symbiosis Between Photorhabdus and Its Invertebrate Hosts**. In: Advances in Applied Microbiology. 1. ed. [s.l.] Elsevier Inc., 2014. v. 88p. 1–29.

COSTA, E.L. et al. **Artrópodes e bactérias entomopatogênicas**. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento (Online). V.11,p. 4-13,2009.

DE BORTOLI, C. P.; JURAT-FUENTES, J. L. **Mechanisms of resistance to commercially relevant entomopathogenic bacteria**. Current Opinion in Insect Science, v. 33, p. 56–62, 2019.

DIEPPOIS, G., et al. **Pseudomonas entomophila: a versatile bacterium with entomopathogenic properties**. Pseudomonas. New Aspects of Pseudomonas Biology vol. 7, pp. 25–49., 2015.

FINKLER, C.L.L. **Controle De Insetos: Uma Breve Revisão**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 8, n. 0, p. 169–189, 2014.

FUKRUKSA, C. et al. **Isolation and identification of Xenorhabdus and Photorhabdus bacteria associated with entomopathogenic nematodes and their larvicidal activity against Aedes aegypti**. Parasites & Vectors, v. 10, n. 1, p. 440, 21 dez. 2017.

GALZER, E. C. W.; AZEVEDO FILHO, W. S. DE. **Utilização do Bacillus thuringiensis no controle biológico de pragas**. Revista interdisciplinar de ciência aplicada, v. 1, n. August, p. 4, 2016.

GARNETT, T. et al. **Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies**. Science, v. 341, n. 6141, p. 33–34, 5 jul. 2013.

GITAHY, et al. **Perspectivas biotecnológicas de Bacillus thuringiensis no controle da broca da cana-de-açúcar Diatraea saccharalis**. Série Documentos n.124. Seropédica. Embrapa Agrobiologia. 2006.

GLARE, T. R.; CORBETT, G. E.; SADLER, T. J. **Association of a large plasmid with amber disease of the New Zealand grass grub, Costelytra zealandica, caused by Serratia entomophila and Serratia proteamaculans**. Journal of Invertebrate Pathology, v. 62, p. 165–170, 1993.

GLARE, T.R.; JURAT-FUENTES, J.I.; O'CALLAGHAN, M. **Basic and Applied Research: Entomopathogenic Bacteria**. In: LACEY, Lawrence A. (ed.). **Microbial Control of Insect and Mite Pests: from Theory to Practice**. Cambridge: Academic Press, 2017. Cap. 4. p. 47-67.

GOMILA, M. et al. **Phylogenomics and systematics in Pseudomonas**. Frontiers in Microbiology, v. 6, n. March, p. 1–14, 2015.

HU, X. et al. **Complete Genome Sequence of the Mosquitocidal Bacterium Bacillus sphaericus C3-41 and Comparison with Those of Closely Related Bacillus Species**. Journal of Bacteriology, v. 190, n. 8, p. 2892–2902, 15 abr. 2008.

HURST, M. R. H. et al. **Plasmid-located pathogenicity determinants of Serratia entomophila, the causal agent of amber disease of grass grub, show similarity to the insecticidal toxins of Photorhabdus luminescens**. Journal of Bacteriology, v. 182, n. 18, p. 5127–5138, 2000.

HURST, M. R. H. et al. **Induced expression of the Serratia entomophila Sep proteins shows activity towards the larvae of the New Zealand grass grub Costelytra zealandica**. FEMS Microbiology Letters, v. 275, n. 1, p. 160–167, out. 2007.

JOYCE, S.A.; LANGO, L.; CLARKE, D.J. **Regulation of Secondary Metabolism and Mutualism in the Insect Pathogenic Bacterium Photorhabdus luminescens**. In: LASKIN, A. L.; SARIASLANI, S.; GADD, G. M. (ed.). **Advances in Applied Microbiology**. San Diego: Academic Press, 2011. Cap. 1. p. 1-25.

KRIEG, V. A. et al. **Bacillus thuringiensis var. tenebrionis: ein neuer, gegenüber Larven von Coleopteren wirksamer Pathotyp**. Z. angew. Entomol., v. 96, p. 500–508, 1983.

LENGAI, G. M. W.; MUTHOMI, J. W.; MBEGA, E. R. **Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production**. Scientific African, v. 7, p. e00239, mar. 2020.

LIMA, G. M. S. **Proteínas bioinseticidas produzidas por *Bacillus thuringiensis***. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, v. 7, p. 119–137, 2010.

MARKETS AND MARKETS. **Biopesticides Market**. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biopesticides-267.html>> Acesso em 26 jun. 2020.

MARTINS, A.L.; VIVAN, R.H.F.; SANTOS, F.P. **Caracterização genética de novos isolados bacterianos com potencial entomopatogênico**. Terra e Cultura, Londrina, v. 58, p. 11-17, jun. 2014.

NAVON, A. ***Bacillus thuringiensis* application in agriculture**. In: CHARLES, J.; DELÉCLUSE, A.; NIELSEN-LEROUX, C. (ed.). **Entomopathogenic Bacteria: from laboratory to field application**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. Cap. 6.1. p. 357-369.

NICOLAS, L.; CHARLES, J.-F.; BARJAC, H. ***Clostridium bifermentans* serovar malaysia : Characterization of putative mosquito larvicidal proteins**. FEMS Microbiology Letters, v. 113, n. 1, p. 23–28, out. 1993.

OPOTA, O. et al. **Identification and characterization of the receptor for the *Bacillus sphaericus* binary toxin in the malaria vector mosquito, *Anopheles gambiae***. Comparative Biochemistry and Physiology - B Biochemistry and Molecular Biology, v. 149, n. 3, p. 419–427, 2008.

ÖZEN, A. I.; USSERY, D. W. **Defining the *Pseudomonas* Genus : Where Do We Draw the Line with *Azotobacter* ?** Microbial Ecology, p. 239–248, 2012.

PAHALAGEDARA, A. S. N. W. et al. **Antimicrobial production by strictly anaerobic *Clostridium spp.*** International Journal of Antimicrobial Agents, v. 55, n. 5, p. 105910, maio 2020.

PARK, H.-W.; BIDESHI, D. K.; FEDERICI, B. A. **Properties and applied use of the mosquitocidal bacterium, *Bacillus sphaericus***. Journal of Asia-Pacific Entomology, v. 13, n. 3, p. 159–168, set. 2010.

POLANCZYK, R. A.; GARCIA, M. DE O.; ALVES, S. B. **Potential of *Bacillus thuringiensis israelensis* Berliner for controlling *Aedes aegypti***. Revista de saúde pública, v. 37, n. 6, p. 813–6, 2003.

POLANCZYK, R.A.; FIUZA, L.M.; DE BORTOLI, S.A. **Bactérias Entomopatogênicas**. Ciência e Ambiente, Santa Maria, v.43, p. 96-107, jul./dez.2011.

RIBAS, P. P.; MATSUMARA, A. T. S. **A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente**. Revista Liberato, v. 10, n. 14, p. 149–158, 2009.

SILVA, C. A. D. Da. **Microorganismos entomopatogênicos associados a insetos e ácaros do algodoeiro**. 42.p. Circular técnica 77 (Embrapa Algodão) – Campina grande, PB. 2000.

TOBIAS, N. J.; SHI, Y.-M.; BODE, H. B. **Refining the Natural Product Repertoire in Entomopathogenic Bacteria**. Trends in Microbiology, v. 26, n. 10, p. 833–840, out. 2018.

VALICENTE, F. H. et al. **Identificação através de PCR dos genes *CryI* de cepas de *Bacillus thuringiensis* Berliner eficientes contra a lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, v. 29, n. 1, p. 147–153, mar. 2000.

VALLET-GELY, I. et al. **A secondary metabolite acting as a signalling molecule controls *Pseudomonas entomophila* virulence.** Cellular Microbiology, v. 12, n. 11, p. 1666–1679, nov. 2010.

VAN LENTEREN, J. C. **The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake.** BioControl, v. 57, n. 1, p. 1–20, 28 fev. 2012.

VILAS-BÔAS, G. T.; PERUCA, A. P. S.; ARANTES, O. M. N. **Biology and taxonomy of *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, and *Bacillus thuringiensis*.** Canadian Journal of Microbiology, v. 53, n. 6, p. 673–687, 2007

VODOVAR, N. et al. **Complete genome sequence of the entomopathogenic and metabolically versatile soil bacterium *Pseudomonas entomophila*.** Nature Biotechnology, v. 24, n. 6, p. 673–679, 2006.

WIRTH, M. C. et al. **Mtx Toxins Synergize *Bacillus sphaericus* and Cry11Aa against Susceptible and Insecticide-Resistant *Culex quinquefasciatus* Larvae.** Applied and Environmental Microbiology, v. 73, n. 19, p. 6066–6071, 1 out. 2007.

CAPÍTULO 4

DETERMINAÇÃO DOS DADOS DE COEFICIENTE DE PARTIÇÃO DA LINHAGEM BACTERIANA *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* ATCC 4356 NOS SISTEMAS AQUOSOS BIFÁSICOS, FORMADOS PELA DEXTRANA NATIVA E PELO PVA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Vinícius Souza Cordeiro

Universidade Estadual de Feira de Santana,
Departamento de Tecnologia
Feira de Santana – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/1693928691330255>

Elinalva Maciel Paulo

Universidade Estadual de Feira de Santana,
Departamento de Ciências Biológicas
Feira de Santana – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/9235555092270567>

RESUMO: O potencial biotecnológico dos micro-organismos vem merecendo uma atenção cada vez maior da comunidade científica internacional. Muitos destes organismos possuem um metabolismo diferencial, produzindo substâncias metabólicas de grande prospecção, a exemplo dos exopolissacarídeos (EPS). O grupo das bactérias lácticas apresenta diferentes espécies produtoras de exopolissacarídeos, principalmente aquelas que habitam regiões extremófilas, como são consideradas as regiões semiáridas. Uma importante aplicabilidade dos EPS está no processo da microencapsulação de materiais de origem biológicas, porém para que este processo seja eficiente será necessário que o agente encapsulante esteja preferencialmente protegido no interior da microcápsula. Um dos processos eficientes para que ocorra tal aprisionamento, consiste na utilização de dois polímeros

imiscíveis e de propriedades diferente para originar um sistema de dupla fase. Sendo assim, o projeto teve como objetivo a utilização dos sistemas aquosos bifásicos utilizando poliacetato de vinila (PVA) e um exopolissacarídeo, identificado como dextrana, produzido pelo *Leconostoc pseudomesenteroides* R2, visando a microencapsulação de micro-organismos. Para tal, foram preparadas emulsões contendo a mistura destes dois polímeros nas concentrações de 2%, 4%, 6%, 8% e 10% para determina o ponto de equilíbrio do sistema, sendo depois incorporados células viáveis da *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 determinando a viabilidade destas células nas duas fases e determinando o coeficiente de partição do sistema bifásico. De acordo com os resultados obtidos, na concentração de 8% da mistura dos dois polímeros foi onde obteve-se o ponto de equilíbrio entre as duas fases. Sendo que o microrganismo manteve-se imobilizado em maior concentração na fase contendo a dextrana. Portanto, a utilização do sistema aquoso bifásico utilizando estes dois polímeros se mostrou uma alternativa excelente de imobilização de células bacterianas para promover a encapsulação, protegendo os micro-organismos das intempéries do ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Bactérias lácticas, Exopolissacarídeos, Microencapsulação.

DETERMINATION OF PARTITION COEFFICIENT OF BACTERIAL LINEAGE *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* ATCC 4356 IN BIPHASIC AQUEOUS SYSTEMS, FORMED BY NATIVE DEXTRAN AND PVA

ABSTRACT: The biotechnological potential of microorganisms has received increasing attention from the international scientific community. Many of these organisms have a differential metabolism, producing metabolic substances of great prospect, such as exopolysaccharides (EPS). The group of lactic bacteria has different exopolysaccharide-producing species, especially those that inhabit extremophile regions, as semi-arid regions are considered. An important applicability of EPS is in the process of microencapsulation of materials of biological origin, however for this process to be efficient it will be necessary that the encapsulating agent is preferably protected inside the microcapsule. One of the efficient processes for such trapping to occur is the use of two immiscible polymers with different properties to create a double-phase system. Therefore, the project aimed to use two-phase aqueous systems using vinyl polyacetate (PVA) and an exopolysaccharide, identified as dextran, produced by *Leconostoc pseudomesenteroides* R2, aiming at microencapsulation of microorganisms. For this, emulsions were prepared containing the mixture of these two polymers in concentrations of 2%, 4%, 6%, 8% and 10% to determine the system's equilibrium point, and then viable cells of *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 were incorporated, determined at viability of these cells in both phases and the partition coefficient of the biphasic system was determined. According to the results obtained, in the concentration of 8% of the mixture of the two polymers, this was where the equilibrium point between the two phases was obtained. Since the microorganism remained immobilized in greater concentration in the phase containing dextran. Therefore, the use of the two-phase aqueous system using these two polymers has proved to be an excellent alternative for immobilizing bacterial cells to promote encapsulation, protecting microorganisms from the weather.

KEYWORDS: Lactic acid bacteria, Exopolysaccharides, Microencapsulation.

1 | INTRODUÇÃO

Os principais propulsores da biotecnologia são a procura econômica e os avanços na ciência e tecnologia, os quais geram novos mercados, resolvem problemas emergentes e antigos, e melhoram o custo e a eficiência de processos industriais. O potencial biotecnológico dos micro-organismos vem merecendo uma atenção cada vez maior da comunidade científica internacional. Onde antes estes organismos eram vistos como meras curiosidades começam agora a ser considerados soluções viáveis para os problemas econômicos e/ou ecológicos de diversos processos industriais (SOUZA, 2008). Muitos destes organismos possuem um metabolismo diferenciado, produzindo substâncias metabólicas de grande prospecção, a exemplo dos exopolissacarídeos (EPS). O grupo das bactérias lácticas apresenta diferentes espécies produtoras de exopolissacarídeos, principalmente àquelas que habitam regiões extremófilas, como são consideradas as regiões semiáridas (PAULO, 2010). Uma importante aplicabilidade dos EPS está no processo da microencapsulação de materiais de origem biológicas, porém para que este processo seja

eficiente será necessário que o agente encapsulante esteja preferencialmente protegido no interior da microcápsula. Um dos processos eficientes para que ocorra tal aprisionamento consiste na utilização de dois polímeros imiscíveis e de propriedades diferente para originar um sistema de dupla fase.

Os biopolímeros são também chamados de colóides hidrofílicos, hidrocolóides ou gomas. São polímeros de elevado peso molecular que se dissolvem ou se dispersam em água para agir como agentes espessantes, gelificantes, estabilizantes e encapsuladores. Além disso, mostram propriedades secundárias de emulsificantes. Por isso são bastante utilizados na indústria de alimentos. Essas propriedades funcionais são responsáveis pela textura (corpo, viscosidade, consistência) dos alimentos processados (GLICKSMAN, 1986).

Os polímeros podem ser de origem vegetal, tais como: algas, sementes, exsudatos de árvores, alguns são produtos de biossíntese microbiana e, outros são produzidos por modificações químicas de polissacarídeos naturais (GARCIA-CRUZ, 2001).

Os polímeros microbianos podem ser sintetizados por bactérias, fungos filamentosos e leveduras. São constituídos principalmente por polissacarídeos, contendo pequenas quantidades de proteínas, lipídeos, glicoproteínas globulares e íons (PACE, 1992). Formam géis em meio aquoso, mesmo em baixa concentração. (MOREIRA; DEL PINO; VENDRUSCOLO, 2003). Os polissacarídeos de origem microbiana têm sido bastante estudados nos últimos anos, devido à grande variedade de propriedades que não são encontradas em polímeros originados de plantas, algas e animais (SUTHERLAND, 1982).

Os polímeros microbianos apresentam algumas vantagens de sua obtenção quando comparados a estes polímeros tradicionais. Dentre elas, pode-se citar: grande versatilidade dos micro-organismos para sintetizar polissacarídeos neutros ou com cargas, com uma grande variedade de composição e propriedades funcionais, fonte de produção renovável e inesgotável, produção independente de condições climáticas, possibilidade de utilização de matérias-primas regionais, maior rapidez na obtenção do produto acabado e produção em espaço relativamente pequeno (PARIKHI; MADAMWAR, 2006).

Segundo Faria (2002) devido a especificidade do microrganismo esses polímeros microbianos apresentam maior uniformidade em suas propriedades físico-químicas quando comparados com polímeros de outras fontes.

Os biopolímeros sintetizados por bactérias dividem-se em dois grupos segundo sua localização morfológica: intracelular e extracelular (este último incluindo os integrantes da parede celular). A pesquisa visando aplicação industrial, de modo geral, está concentrada nos polissacarídeos extracelulares, pois apresentam um processo de extração e purificação mais simples, além de possibilitarem uma produtividade mais elevada (SOUZA; GARCIA-CRUZ, 2004).

Quando dois polímeros sem cargas são misturados num solvente comum, um sistema de duas fases é geralmente formado e em cada fase predomina um dos polímeros. Este processo é denominado de Sistema Aquoso Bifásico (SAB). As fases são denominadas aquosas devido à predominância de água na sua constituição, e por isso, tornam-se um ambiente favorável para biomoléculas (DA SILVA E LOH, 2006).

Neste contexto, insere-se a proposta deste trabalho de avançar no conhecimento técnico-científico sobre os EPS produzido por bactérias lácticas. O propósito do trabalho é responder as três prioridades em termos de pesquisas:

- Prospecção de um potencial de aplicações para EPS oriundos de uma biodiversidade da região do semiárido baiano que possa ser visto, regional e nacionalmente, como fonte alternativa de polímeros biodegradáveis para uso em microencapsulação em setores diversos (alimentício, cosmético, farmacêutico).
- Maior conhecimento do EPS produzidos por bactérias lácticas em termos de propriedades físico-químicas (constituição de sistemas bifásicos aquosos com outros polímeros hidrofílicos);
- Desenvolvimento de sistemas aquosos bifásicos que, a exemplo, de novas propostas poderiam ser utilizados para encapsular moléculas bioativas como proteínas ou material biológico (micro-organismos).

Portanto, este projeto consiste em utilizar EPS produzidos por bactérias lácticas provenientes do semiárido baiano, na utilização de estudos de equilíbrio de fase para se chegar a dados de coeficiente de partição da linhagem bacteriana *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356, visando garantir o aprisionamento de material biológico ativo, mantendo intactas as suas características.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Os dois polímeros, tanto o poliacetato de vinila (PVA), como a dextrana proveniente de uma cultura de *Leconostoc pseudomesenteroides* R2 foram cedidas pelo Laboratório de Microbiologia Aplicada e Saúde Pública (LAMASP), da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Já o *Lactobacillus acidophilus*, foi oriundo da coleção de bactérias do sistema ATTCC.

2.2 Preparo das concentrações

Primeiramente foram preparadas cinco soluções com concentrações diferentes (2%, 4%, 6%, 8% e 10%) contendo em cada uma a proporção correta dos polímeros (PVA e Dextrana) além de água, para a obtenção correta das concentrações. O preparo das soluções foi realizado da seguinte maneira: cada polímero nas concentrações diferentes

foi pesado individualmente, sendo dissolvidos em água e aquecidos até dissolução completa. Em seguida foi misturado os polímeros nas suas respectivas concentrações (ex.: 2% PVA + 2% dextrana) e colocado em agitação a 150 rpm por um período de três horas. Após este período cada misturas foi vertida em provetas de 10mL e deixado em repouso a 28°C durante 48h, sendo depois medido o volume das duas fases formadas na proveta. A concentração dos polímeros que formou duas fases na proporção de 50% cada, foi acondicionada em refrigerador 4°C para posteriormente ser misturado o *Lactobacillus acidophilus* (agente encapsulante).

2.3 Ativação das células bacterianas

A cultura congelada dos *Lactobacilos acidófilos*, foi descongelada e repicada uma alçada em um tubo de ensaio contendo 2mL de caldo MRS, sendo incubada a 37°C por 24 horas. A partir desta ativação prosseguiu com uma segunda ativação, onde se verteu os 2mL da primeira cultura ativa em 10mL de caldo MRS, sendo incubadas nas mesmas condições anteriores. Na terceira ativação verteram-se os 10 mL do tubo da segunda ativação em Erlenmeyer contendo 100 mL de caldo MRS, repetindo as condições de incubação.

2.4 Centrifugação e agitação

100 mL da cultura ativa foram centrifugadas, descartou-se o sobrenadante e todo o material sedimentado foi acrescentado em um balão de fundo chato contendo mistura de PVA e dextrana na concentração de 8%, (pois nesta concentração formava-se 50% de cada fase dos polímeros). A mistura foi agitada 150 rpm durante 3 horas para completa homogeneização das células na mistura, sendo depois recolhido uma alíquota de 1 mL para a realização da contagem celular na mistura, a seguir a mistura foi vertida em uma proveta de 100 mL e deixado em repouso em refrigeração 4°C por 24h, visando a separação das fases.

2.5 Contagem das células de *L. acidophilus* nas fases da mistura

Foram separadas cuidadosamente as duas fases em Erlenmeyer para realização da contagem celular em ambas as fases. Para tal, 1mL de cada fase foi diluído em 9 mL de solução tampão fosfato pH 5.4, originando a diluição 10^{-1} , em seguida prosseguiu-se com as demais diluições decimais até 10^{-7} e semeou-se em triplicatas 1 mL das amostras diretas e das amostras diluídas no agar MRS, utilizando o método de semeadura por profundidade (*pourplate*). As placas foram incubadas a 35°C por 48h, sendo realizado a contagem das colônias em placas que apresentavam entre 30 a 300 colônias, e os resultados expressos em UFC/mL.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos propósitos deste experimento foi o de encontrar a concentração em equilíbrio dos polímeros (dextrana e PVA), que seria a formação por igual das fases na proveta (50%

de cada fase). Neste experimento o equilíbrio das fases foi obtido a 8%, apresentando visualmente a fase superior formada principalmente pelo PVA e a fase inferior pela dextrana. A tabela 1, a seguir apresenta os resultados do equilíbrio de fases entre os dois polímeros após 48 horas do término da homogeneização.

CONCENTRAÇÕES			
Mistura antes da homogeneização		48 horas após o término da homogeneização	
Concentrações	Quantidade inicial (mL)	Fase superior contendo PVA (mL)	Fase inferior contendo dextrana (mL)
2%	10	-	-
4%	10	-	-
6%	10	6,4	3,6
8%	10	5,0	5,0
10%	10	5,8	4,2

Tabela 1. Resultado do ensaio para obtenção do equilíbrio de fases de dois polímeros (PVA e dextrana nativa).

- Não foi possível distinguir divisão entre as fases.

Era de se esperar que o polímero PVA ficasse na fase superior, visto que sua densidade é menor do que a do polímero dextrana que por sua vez permaneceu na fase inferior. Este resultado foi evidenciado nas diluições a parti de 6%. Nas diluições abaixo deste valor a quantidade de PVA e dextrana foram bem baixas, não produzindo efeito na proporção e separação entre as fases.

A análise dos resultados contidos na tabela revela que com concentrações de 6% e 10% a fase contendo o PVA é superior a fase contendo a dextrana, isto se dá, pois existe uma maior interação entre os polímeros em tais concentrações. Já na concentração de 8% a interação entre os polímeros é bem menor tanto que a divisão entre as fases se dá de maneira igual. Promovendo assim uma separação mais efetiva entre ambas. Percebe-se assim que quanto menor a concentração dos polissacarídeos na mistura, menor é a tendência que essas soluções têm de promover a separação das fases.

Uma vez determinada a melhor concentração para separação das fases, foi iniciada outra etapa da pesquisa, na qual consiste em determinar qual dos dois polímeros consegue reter a maior quantidade de células bacterianas e imobilizá-las.

O método utilizado para contagem microbiana foi a semeadura *pour-plate*. O microrganismo utilizado neste trabalho foi o *Lactobacillus acidophilus*, isolado de ambiente extremófilos do semiárido baiano. Os resultados obtidos referente a imobilização de tais micro-organismos após a separação das duas fases, estão descritos na tabela 2.

CONTAGEM MICROBIANA				
Microorganismo	Antes da separação das fases		Após a separação das fases	
	Mistura inicial (UFC/mL)	Fase contendo o PVA (UFC/mL)	Fase contendo a dextrana (UFC/mL)	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	1,2x10 ⁹	1,1x10 ⁴	4,4x10 ⁶	

Tabela 2. Resultado da contagem de células de *L. acidophilus* nas duas fases formadas pelos polímeros PVA e dextrana

Analisando os dados contidos na tabela acima, verifica-se que a maior quantidade de microrganismo ficou imobilizada na fase contendo o polímero dextrana, sendo uma quantidade bem superior quando comparado com a quantidade de microrganismo que ficou imobilizado na fase contendo o PVA. A maior prevalência do microrganismo na fase contendo a dextrana, pode ser explicado pelo fato deste polímero ser sintetizado de forma natural, pela ação das bactérias pertencentes à família Lactobacillaceae e mais especificamente aos gêneros *Lactobacillus* e *Leuconostoc*, por via fermentativa ou enzimática. Segundo Paulo (2010) a dextrana formada pelo *L. pseudomesenteroides* R2, possui ligações α -1-6, α -1-4 e α -1-3, está última ligação conferi ao polímero cadeias ramificadas, facilitando assim o aprisionamento das células bacterianas. Já o PVA, um polímero sintético é obtido pela combinação de monômeros através de muitos mecanismos de reação, não formando redes de aprisionamento das células (RODRIGUES, 2012). Além de não ter muitas características em comum com tal microrganismo, dificultando a interação entre ambos, pois para que o PVA consiga uma boa aderência é necessário que a superfície de contato de outro organismo seja porosa, para que ele penetre em tais poros.

Para determinar a distribuição correta dos micro-organismos na solução, faz-se necessário o cálculo do coeficiente de partição (K). Conforme equação 1, mostrada abaixo.

$$K = \text{MO fase superior} / \text{MO fase inferior.} \quad (1)$$

Onde MO significa a concentração do microrganismo (m/m). O resultado encontrado por esta equação revela que a proporção de micro-organismo que fica imobilizada na fase contendo PVA é infinitamente superior do que na fase contendo a dextrana, pois para cada célula bacteriana que fica retida no PVA outras 400 permanecem retidas na dextrana, ou seja, 0,25 % das células ficam retidas no PVA enquanto 99,75% das células ficam retidas na dextrana.

4 | CONCLUSÃO

Percebe-se que emulsão formada por PVA e dextrana é uma excelente forma de preservação para culturas microbiológicas, pois tal emulsão consegue de maneira

eficiente aprisionar o microrganismo na dextrana, esta por sua vez permanece no interior envolvido pelo PVA. Este método de preservação poderá ser utilizado para substituir outros métodos convencionais, principalmente quando envolver transporte dos mesmos. Estudos subseqüentes podem abordar o processo de microencapsulação deste sistema bifásico.

REFERÊNCIAS

DA SILVA, L. H.M.; LOH, W. **Sistemas aquosos bifásicos: fundamentos e aplicações para partição/ purificação de proteínas.** Química Nova. v. 29, p.1345-1351, 2006.

DE AQUINO, D. S. **Produção de dextrana por novas linhagens de bactérias isoladas da cana de açúcar.** 2006. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: < http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267515/1/Aquino_DeniseSilvade_M.pdf>. Acesso em: 04 de out. 2020.

FARIA, L. H. G. B. **Caracterização taxonômica e produção de polissacarídeos utilizando bactérias isoladas de amostras de solo.** 2002. Tese (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2002.

GARCIA-CRUZ, C. H. **Uso de hidrocoloides em alimentos: revisão.** Revista Higiene Alimentar, Sao Paulo, v. 15, n. 87, p. 19-29, ago. 2001.

GLICKSMAN, M. **Hydrocolloid functionality in fabricated foods.** Food Technology, Chicago, v.38, n.1, p.17-21, 1986.

MOREIRA, A. N.; DEL PINO, F. A. B.; VENDRUSCOLO, C. T. **Estudo da produção de biopolímeros via enzimática através de inativação e lise celular e com células viáveis de *Beijerinckia* sp. 7070.** *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [online]. 2003, vol.23, n.2, pp.300-305. ISSN 1678-457X

OLIVEIRA, R. M. **Equilíbrio de fases de sistemas aquosos bifásicos compostos por polietilenoglicol, sulfato de zinco, sulfato de cobre e citrato de sódio sob diferentes temperaturas.** Dissertação de Mestrado, UFV; Viçosa; 2006.

PACE G.W. **Polímeros microbianos.** In: BU'LO CKJ AND KRISTIANSEN B. **Biotecnologia básica.** Zaragoza: Acribia, p. 449-462, 1992.

PARIKHI, A; MADAMWAR, D. **Partial characterization of extracellular polysaccharides from cyanobacteria.** *Bioresource Technology*, 97,1822-1827, 2006.

PAULO, E. M. **Produção de exopolissacarídeos (EPS) por bactérias lácticas visando microencapsulação de *Lactobacillus acidophilus* La-5 pelo processo de *Spray drying*.** 2010. 212p. Tese (Doutorado em Biotecnologia), Departamento de Ciências Biotecnológicas, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

RODRIGUES, N. O L. **Estudo da liberação controlada de fármacos por hidrogéis de pva/ atapulgita.** Monografia de conclusão de Curso (Engenharia de Materiais da Escola Politécnica), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

SARUBBO, L. A. et al. **Partition of proteins in aqueous two-phase systems based on Cashew-nut tree gum and poly(ethylene glycol).** *Braz. arch. biol. technol.* [online]. 2004, vol.47, n.5 [cited 2013-

07-10], pp. 685-69.

SOUZA, D. M. de; GARCIA-CRUZ, C. H. **Produção fermentativa de polissacarídeos extracelulares por bactérias**. Semina: Ciências Agrárias, v. 25, n. 2, p. 253-262, 2004.

SOUZA, F. D. J. **Potencial biotecnológico dos micro-organismos extremófilos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Microbiologia molecular) Universidade de Aveiro, Portugal, 2008.

SUTHERLAND, I. W. **Biosynthesis of microbial exopolysaccharides**. *Advances in Microbial Physiology*. 23, 80-142, 1982.

CAPÍTULO 5

PHYSICOCHEMICAL CONDITIONS FOR CAROTENOIDS PRODUCTION BY *FLAVOBACTERIUM SP*

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 20/09/2020

Mara Eugenia Vila

Facultad de Ingeniería, Universidad de la
República
Montevideo, Uruguay
<https://orcid.org/0000-0003-0135-4057>

Veronica Saravia

Facultad de Ingeniería, Universidad de la
República
Montevideo, Uruguay
<https://orcid.org/0000-0001-7555-5623>

ABSTRACT: Carotenoids are utilized in pharmaceutical, cosmetics and food industry as antioxidants and colorants. Among microorganisms, bacteria are a natural source of carotenoids. The aim of this work was to study the carotenoid production of an Antarctic isolate identified as *Flavobacterium sp.* The physicochemical factors selected for the study were: temperature, carbon and nitrogen sources, and mineral composition. The responses studied to evaluate the process were biomass yield, carotenoid content and carotenoid volumetric productivity. The assays were carried out in 500 mL Erlenmeyer flasks with 150 mL of working volume at 200 rpm and controlled temperature. The strain grew at 15°C, 20°C, and 25°C, but not at 30°C. Considering temperature operation variations, 20°C was selected as working temperature. It utilized glucose, glycerol, xylose,

and peptone as carbon sources, reaching (2.1±0.1) g/L dry biomass and (1.4±0.1) mg carotenoids/g biomass. Nitrogen sources as peptone and yeast extract supported biomass growth, but ammonium, nitrate and urea did not. Trace metals solution concentration influenced total carotenoids content and productivity. This strain is an interesting candidate to continue studies. Further assays involve optimization of culture media for carotenoids production.

KEYWORDS: Carotenoids, *Flavobacterium.*, Antartica

CONDIÇÕES FÍSICOQUÍMICAS PARA A PRODUÇÃO DE CAROTENÓIDES POR *FLAVOBACTERIUM SP*

RESUMO: Os carotenóides são utilizados na indústria farmacêutica, cosmética e alimentícia como antioxidantes e corantes. Entre os microrganismos, as bactérias são uma fonte natural de carotenóides. O objetivo deste trabalho foi estudar a produção de carotenóides de um isolado antártico identificado como *Flavobacterium sp.* Os fatores físicoquímicos selecionados para o estudo foram: temperatura, fontes de carbono e nitrogênio e composição mineral. As respostas estudadas para avaliar o processo foram rendimento de biomassa, teor de carotenóides e produtividade volumétrica de carotenóides. Os ensaios foram realizados em frascos Erlenmeyer de 500 mL com volume de trabalho de 150 mL a 200 rpm e temperatura controlada. A cepa cresceu a 15 ° C, 20 ° C e 25 ° C, mas não a 30 ° C. Considerando as variações de temperatura de operação, 20 ° C foi selecionado como temperatura de trabalho.

Utilizou glicose, glicerol, xilose e peptona como fontes de carbono, atingindo $(2,1 \pm 0,1)$ g/L de biomassa seca e $(1,4 \pm 0,1)$ mg de carotenóides/g de biomassa. Fontes de nitrogênio como peptona e extrato de levedura suportaram o crescimento da biomassa, mas amônio, nitrato e uréia não. A concentração da solução de metais traço influenciou o teor de carotenóides totais e a produtividade. Esta cepa é uma candidata interessante para continuar os estudos. Outros ensaios envolvem a otimização dos meios de cultura para a produção de carotenóides.

PALAVRAS-CHAVE: Carotenoides, *Flavobacterium*., Antartida

1 | INTRODUCTION

Microorganisms are a valuable source of natural pigments such as carotenoids. Antarctic heterotrophic bacteria are known to synthesize various types of carotenoids as a response to different environmental stress such as fluctuating temperatures and high UV-B radiation (Krinsky 1978). The growing demand of these compounds is not only due to their utilization as food additive but also because of their biologic and physiologic role. They can be included in pharmaceutical products, cosmetics, human supplements and animal feed. The biotechnological production of bacterial carotenoids is not cost effective to compete with the chemical synthesis (Mata-Gomez 2014). For this reason, bioprospecting for new producers is a key aspect for the development of industrial production. In this work, a *Flavobacterium* sp. isolated from Fildes Peninsula was evaluated for its potential production of carotenoids, studying the effects of temperature, carbon and nitrogen sources, and mineral composition on biomass growth and productivity, carotenoid yields and productivity.

2 | MATERIALS AND METHODS

Strain culture: *Flavobacterium* sp. was isolated from marine sample from Fildes Peninsula, Antarctica. The strain was conserved in TSB complemented with 20 g/L marine salts (commercial salt mixture from Sigma) and 20% glycerol at -80°C on glass beads. A bead was transferred to a TSA plate with 20% marine salts, incubated at 15°C for 72h. Biomass was collected and transferred to the medium broth for inoculum production. The inoculum volume transfer to culture media was such that initial biomass concentration was about 0.1-0.2 g/L.

Culture conditions: All assays were carried in 500 mL flasks with 150 mL culture media in an orbital shaker at 200 rpm with controlled temperature, by duplicate. Biomass growth was monitored by optical density at 600 nm.

To study the influence of the temperature, the cultures were carried out at 15, 20, 25 and 30°C . The culture media composition for inoculum and assays contained: peptone (6 g/L), yeast extract (2 g/L) and marine salts (10 g/L).

The use of different carbon sources was evaluated by replacing peptone with glucose, glycerol or xylose. The culture media composition for inoculum and assays contained: carbon source (6 g/L), yeast extract (2 g/L) and marine salts (10 g/L).

To evaluate the use of different nitrogen sources, yeast extract was replaced by nitrate, ammonium and urea maintaining the equivalent nitrogen content. The culture media composition for inoculum and assays contained: glucose (6 g/L), nitrogen source and marine salts (10 g/L). Nitrogen sources tested were urea (0.47 g/L), NH_4Cl (0.84 g/L) and NaNO_3 (1.33 g/L).

To evaluate the mineral requirements the medium was formulated per liter: glucose 6g, yeast extract 2g, NaCl 6g, KCl 0.22g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 0.28, $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.03g, K_2HPO_4 0.04 g and different volumes of trace metals solution (0.67, 1.67 or 3.30 mL/L) containing per liter: H_3BO_3 12.8 g, LiSO_4 1g, MnSO_4 3.2g, CoCl_2 2g, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 4g, NiSO_4 2.5 g, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 2.8 g and ZnSO_4 4.8g.

The process responses selected were dry biomass (g/L), total carotenoid content in dry biomass (mg/g), carotenoid concentration (mg/L), and biomass (Q_x) and carotenoid (Q_p) volumetric productivity, calculated as the global rate of biomass or carotenoid production by media volume.

Pigment characterization: Cells were harvested by centrifugation at 6500 rpm (4°C) for 15 min. The cell pellets were washed with distilled water, frozen at -80°C for 48 h, and then lyophilized to dryness (VirTis BenchTop 2K Freeze Dryer, SP Industries Inc.). Approximately, 50 mg of lyophilized cells were extracted with 3 aliquots of 1 mL methanol (Merck) until bleaching. The absorption spectrum of the methanolic extracts was performed from 300 to 600 nm on a Spectrophotometer Genesys 10S UV-vis (Thermo Scientific). The total carotenoid content was estimated at 450 nm with a specific absorbance coefficient of 2500 (Britton 1985).

3 | RESULTS AND DISCUSSION

Carotenoid compounds present a characteristic UV-visible spectrum with three absorption maxima (Britton 1985). The UV-visible spectra of the methanolic extracts of the *Flavobacterium sp.* showed three absorption maxima at 428 nm, 450 nm, and 478 nm, confirming the carotenoid nature of the pigment. *Flavobacterium sp.* grew at 15°C, 20°C and 25°C with biomass yields of (1.44±0.01) g/L, (1.29±0.03) and (1.17±0.03) g/L respectively in 12 hours. At 30°C there was no appreciable growth. This behavior is characteristic of psychrotolerant strains. The total pigment production measured as total carotenoids per liter was slightly higher at 15°C and 20°C (1.5±0.1 mg/L) than at 25°C (1.3±0.1 mg/L). Even though, there are not statistical differences among them, 20°C was selected because is the highest temperature that ensure safe operation, considering that at 30°C the strain does not grow. The strain used as carbon source glucose, glycerol, and xylose to grow. However, the utilization of xylose results in a lag phase (13 hours) that decreases the carotenoid productivity. Regarding to the pigment yield there were no significant differences with the carbon sources tested (Table 1). Peptone can be used as carbon and nitrogen source.

Nitrate as nitrogen sources did not result in appreciable growth, ammonium and urea turned out in slight growth and, peptone and yeast extract showed the highest biomass yield (data not shown).

Carbon source	Substrate consumption (g/L)	Dry biomass (g/L)	Total carotenoids (mg/g)	Carotenoids concentration (mg/L)	Qp (mg/Lh)
Glucose	1.9±0.1	1.7±0.2	1.4±0.1	2.3±0.1	0.11±0.01
Glycerol	1.5±0.2	1.6±0.1	1.3±0.1	2.0±0.2	0.09±0.01
Xylose**	2.0±0.1	1.6±0.1	1.4±0.2	2.3±0.4	0.06±0.01
Peptone	N/D*	2.1±0.1	1.2±0.1	2.5±0.1	0.11±0.01

Table 1. Fermentation parameters obtained with different carbon sources tested at 22 hours.

N/D: not determined; **Fermentation time was 40 hours.

In previous experiments, the influence of the concentration of a commercial sea salt mixture on biomass and pigment production was studied, resulting the best condition at 10 g/L (data not shown). The commercial sea salts were substituted with NaCl, KCl, MgSO₄, CaCl₂, FeCl₂·6H₂O, K₂HPO₄ (as mentioned previously) and a trace metal solution. As shown in Table 2, the addition of 0.67 and 1.67 mL/L resulted in similar carotenoid content, (1.2±0.1) mg/g and (1.0±0.1) mg/g respectively. The increase of the volume added to 3.3 mL/L resulted in a significant reduction of the total carotenoid content ((0.6±0.1) mg/g). In addition, the shortest fermentation time was achieved when 1.67 mL/L were added, resulting in the highest biomass and carotenoid productivity. Likewise, a better carotenoid productivity was obtained towards the previous assay with glucose as carbon source, as presented in Table 1. It can be concluded that the commercial sea salts were successfully substituted by the formulated media.

Trace metal solution volume (mL/L)	Fermentation time (h)	Dry biomass (g/L)	Total carotenoids (mg/g)	Qx (g/Lh)	Qp (mg/Lh)
0.67	15	1.5±0.1	1.2±0.1	0.10±0.01	0.12±0.01
1.67	10	1.7±0.1	1.0±0.1	0.15±0.01	0.18±0.01
3.30	15	1.5±0.1	0.6±0.1	0.08±0.01	0.06±0.01

Table 2. Study of the influence of the trace metal solution on the fermentation responses.

4 | CONCLUSIONS

Flavobacterium sp. is a psychrotolerant strain with highest growth at 15°C. All the carbon sources tested were consumed and the final carotenoid contents did not have

statistically differences. The use of glycerol is a promising alternative with low cost and increasing availability. The inorganic nitrogen sources did not support significant growth then peptone or yeast extract are the best options as nitrogen sources. The commercial sea salts could be substituted by the mineral salts tested, reaching a better productivity, and reducing the medium cost. Following steps involves further optimization of the principal effects that are implicated in the pigment production.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support was provided by Comisión Sectorial Investigación Científica (CSIC I+D 2014 219) and Agencia Nacional de Investigación e Innovación of Uruguay (POS_NAC_2014_1_102321).

REFERENCES

BRITTON, G. General carotenoid methods. *Methods in Enzymology*, Academic Press 1985 Disponível em [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(85\)11007-4](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(85)11007-4)

KRINSKY, N. I. Non-photosynthetic functions of carotenoids. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 284, 1002, 1978 Disponível em <https://doi.org/10.1098/rstb.1978.0091>.

MATA-GOMEZ, L.C. Biotechnological production of carotenoids by yeasts: an overview. *Microbial Cell Factories* 13, 12, 2014. Disponível em <https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-12>

IMOBILIZAÇÃO DE FRUTOSILTRANSFERASE EM SÍLICA GEL E BUCHA VEGETAL PARA A SÍNTESE DE FRUTOOLIGOSSACARÍDEOS

Data de aceite: 01/10/2020

Sergio Andres Villalba Morales

<http://lattes.cnpq.br/7673526126442085>

Larissa Lemos Faria

<http://lattes.cnpq.br/8515479535272696>

Michelle da Cunha Abreu Xavier

<http://lattes.cnpq.br/9700100095864078>

José Pedro Zanetti Prado

<http://lattes.cnpq.br/3900709787786481>

Leandro da Rin de Sandre Junior

<http://lattes.cnpq.br/0583273890685765>

Giancarlo de Souza Dias

<http://lattes.cnpq.br/1105068218834771>

Elda Sabino da Silva

<http://lattes.cnpq.br/4981300274633220>

Alfredo Eduardo Maiorano

<http://lattes.cnpq.br/0612745177153409>

Rafael Firmani Perna

<http://lattes.cnpq.br/7591460969135629>

RESUMO: Este trabalho apresenta a influência da temperatura de imobilização na velocidade e rendimento de imobilização de enzimas Frutosiltransferase (FTase, E.C.2.4.1.9) extracelulares de *Aspergillus oryzae* IPT-301 imobilizadas em sílica gel, assim como a atividade recuperada e estabilidade destas enzimas imobilizadas em sílica gel e bucha

vegetal. As FTases foram produzidas por fermentação submersa a 30 °C e 200 rpm durante 64 h. A imobilização das enzimas nos suportes foi realizada pelo método de adsorção física utilizando velocidade de agitação de 175 rpm durante 6 horas. A velocidade de imobilização da enzima em sílica em função da temperatura foi monitorada mediante determinação das atividades de transfrutossilacção e hidrolítica presentes no sobrenadante durante 6 horas. A avaliação da atividade recuperada e estabilidade da enzima imobilizada em sílica gel e bucha vegetal foi realizada para enzimas imobilizadas durante 6 horas a 175 rpm e 35 °C. O rendimento de imobilização da FTase suportada em sílica gel (85 %) foi maior do que a FTase suportada em esponja vegetal (34 %). No entanto, a FTase suportada em esponja vegetal apresentou a maior atividade recuperada (83,64 %). Além disso, a FTase suportada em sílica gel mostrou a maior estabilidade operacional após 4 ciclos de reação em batelada. Este estudo demonstrou uma forte influência da temperatura e dos materiais de suporte na imobilização e atividade da FTase, bem como seu alto potencial de aplicação para produção de frutooligossacarídeos.

PALAVRAS-CHAVE: Frutosiltransferase, *Aspergillus oryzae* IPT-301, Imobilização, Sílica gel, Bucha vegetal.

ABSTRACT: This work presents the influence of the immobilization temperature on the immobilization speed and yield of extracellular Fructosyltransferase (FTase, EC2.4.1.9) enzymes of *Aspergillus oryzae* IPT-301 immobilized on silica gel, as well as the activity recovered and

stability of these enzymes immobilized on silica gel and vegetable sponge. FTases were produced by submerged fermentation at 30 °C and 200 rpm for 64 h. The immobilization of enzymes in the supports was carried out by the method of physical adsorption using a stirring speed of 175 rpm for 6 hours. The rate of immobilization of the enzyme on silica as a function of temperature was monitored by determining the transfructosylation and hydrolytic activities present in the supernatant for 6 hours. The evaluation of the recovered activity and stability of the enzyme immobilized on silica gel and vegetable sponge was performed for enzymes immobilized for 6 hours at 175 rpm and 35 °C. The immobilization yield of the FTase supported on silica gel (85 %) was higher than the FTase supported on vegetable sponge (34 %). However, FTase supported on vegetable sponge showed the highest activity recovered (83.64 %). In addition, FTase supported on silica gel showed the highest operational stability after 4 batch reaction cycles. This study demonstrated a strong influence of temperature and support materials on the immobilization and activity of FTase, as well as its high application potential to produce fructooligosaccharides.

KEYWORDS: Fructosyltransferase, *Aspergillus oryzae* IPT-301, Immobilization, Silica gel, Vegetable sponge.

1 | INTRODUÇÃO

As enzimas Frutossiltransferase (FTase, E.C.2.4.1.9) catalisam a reação de transfrutossilacção da sacarose para produção de frutooligosacarídeos (FOS), oligômeros de frutose com unidades frutossil ligadas na posição $\beta(2\rightarrow1)$ amplamente utilizados na fabricação de alimentos, visto que apresentam até 60 % do poder edulcorante da sacarose e oferecem numerosos benefícios à saúde humana (YUN, 1996; ANTOŠOVÁ *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2014; ROMANO *et al.*, 2016). Os FOS são açúcares funcionais não cariogênicos, de baixa caloria, prebióticos, podem ser consumidos seguramente por diabéticos, favorecem o aumento da absorção de cálcio e magnésio, ajudam na eliminação de microrganismos patogênicos, na prevenção do câncer de cólon e na redução do colesterol, triacilgliceróis e fosfolipídios no sangue (TOKUNAGA *et al.*, 1986; ROBERFROID, 2007 ; YUN, 1996; SÁNCHEZ *et al.*, 2008; ZENG *et al.*, 2016; DÍAZ *et al.*, 2011; MOORE *et al.*, 2003; CUERVO-FERNANDEZ *et al.*, 2007; DOMINGUEZ *et al.*, 2014; GIBSON e ROBERFROID, 1995; GANAIE *et al.*, 2014)

A crescente demanda pelo consumo de FOS tem motivado o desenvolvimento de biocatalisadores estáveis que permitam a sua produção de forma viável e contínua. As enzimas FTase, produzidas por fermentação a partir de fungos, principalmente pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Aureobasidium*, são consideradas os principais biocatalisadores para produção de FOS por apresentarem principalmente atividade de transfrutossilacção (A_t) e baixa atividade hidrolítica (A_h), proporcionando assim altos valores da razão A_t/A_h e, conseqüentemente, altas conversões de sacarose em FOS (KIM *et al.*, 1996; CUERVO-FERNANDEZ *et al.*, 2004; OLIVEIRA, 2007; CUERVO-FERNANDEZ *et al.*, 2007). Especificamente, tanto a FTase extracelular como a micelial produzida pelo fungo

Aspergillus oryzae IPT-301 tem apresentado elevadas razões A_t/A_h para concentrações de sacarose próximas a 400 g L^{-1} (PERNA *et al.*, 2018; OTTONI *et al.*, 2012; MAIORANO *et al.*, 2009; CUERVO-FERNANDEZ *et al.*, 2007).

No entanto, as enzimas FTase extracelulares apresentam baixa estabilidade operacional quando utilizadas em forma solúvel, sendo necessária a sua imobilização em suportes externos visando a produção em larga escala de FOS. A imobilização de enzimas aumenta sua estabilidade, facilita a sua separação do meio reacional e possibilita o seu reuso em ciclos de reação batelada e sua aplicação em sistemas de reação contínuos. Dentre os diversos métodos de imobilização de enzimas, a adsorção física tem se destacado por ser uma técnica simples, rápida e que não requer da adição de substâncias químicas para conseguir a fixação da enzima no suporte (SUGAHARA e VARÉA, 2014; CARVALHO; LIMA; SOARES, 2014). O rendimento de imobilização, a atividade enzimática e a estabilidade da enzima imobilizada por adsorção dependerão do tipo de suporte utilizado e parâmetros como temperatura, pH e velocidade de agitação utilizados durante a imobilização. As principais aplicações desta técnica têm sido reportadas para imobilização de lipases em suportes baseados em sílica (SUGAHARA e VARÉA, 2014), sendo reportada sua aplicação para imobilização de FTases por Aguiar-Oliveira e Maugeri (2010). A imobilização por adsorção apresenta como principal desvantagem a fraca interação entre a enzima e o suporte (forças de Van der Waals, hidrofóbicas e de hidrogênio); porém, esta característica também permite uma fácil recuperação do suporte para ser reutilizado em novos processos de imobilização (CARVALHO; LIMA; SOARES, 2014).

Diante disso, o presente trabalho apresenta a influência da temperatura de imobilização no rendimento de imobilização das FTase extracelulares de *Aspergillus oryzae* IPT-301 imobilizadas em sílica gel, assim como o rendimento de imobilização, atividade enzimática e estabilidade destas enzimas imobilizadas em sílica gel e bucha vegetal.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Produção de frutossiltransferase microbiana extracelular

A enzima FTase extracelular foi produzida a partir da cepa do fungo *Aspergillus oryzae* IPT-301, fornecida pelo Laboratório de Biotecnologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (LBI/IPT-SP), conforme descrito em Cunha *et al.* (2019). Para isso, um *pellet* contendo aproximadamente 5 g de esporos liofilizados do micro-organismo foi ressuspenso em 10 mL de água destilada estéril, e alíquotas de 70 μL foram inoculadas em meio sólido contendo (em %, m/v): ágar batata dextrose 2,0, glicerina 2,5, extrato de levedura 0,5 e glicose 2,5. Após incubação por 7 dias a 30 °C em incubadora refrigerada do tipo B.O.D., os esporos produzidos foram coletados por meio de raspagem utilizando alça de Drigalski e aproximadamente 10 mL de solução constituída por NaCl

0,95 % (m/v) e Tween-80 0,1 % (v/v). A suspensão obtida foi homogeneizada com solução de glicerina 20,0 % (m/v), cujo volume foi variável, de modo ajustar a concentração de esporos para aproximadamente 1×10^7 esporos.mL⁻¹, quantificado com auxílio de uma câmara de Neubauer, seguido de armazenamento sob refrigeração a -12 °C. O meio de cultura utilizado para a fermentação e crescimento microbiano foi constituído por (em %, m/v): sacarose 15,0, extrato de levedura 0,5, NaNO₃ 0,5, KH₂PO₄ 0,2, MgSO₄.7H₂O 0,05, MnCl₂.4H₂O 0,03 e FeSO₄.7H₂O 0,001 em pH 5,5. Foram distribuídos 50 mL deste meio de cultura em frascos do tipo Erlenmeyer de 250 mL e autoclavados a 120 °C e 2,022 atm durante 15 min. Em seguida, foram inoculados 500 µL de suspensão de esporos, contendo aproximadamente 1×10^7 esporos.mL⁻¹, no meio de cultura. Após inoculação, a fermentação foi conduzida em *shaker* a 30 °C e 200 rpm durante 64 h. O conteúdo do Erlenmeyer foi filtrado em papel do tipo Whatman n°1 com diâmetro de 90 mm e o caldo fermentado foi armazenado em tubos para posteriores ensaios de imobilização.

2.2 Imobilização da FTase em sílica e bucha vegetal

Partículas de Sílica gel (Sigma-Aldrich®) e esponja vegetal, previamente submetida a um tratamento alcalino conforme descrito por Paul et al. (2010), foram utilizadas como material de suporte. Antes da imobilização, estes materiais foram secos a 60 °C por 24 horas. As FTases extracelulares foram imobilizadas nestes suportes mediante metodologia adaptada do trabalho de Sugahara e Varéa (2014). Inicialmente, o caldo fermentado e a sílica gel (seca) foram adicionados a tubos Falcon na proporção 1:10 (m/v) e mantidos a diferentes temperaturas (20 °C, 25 °C, 30 °C e 35 °C) e 175 rpm por 6 horas em banho Dubnoff (Bunker®, modelo NI 1232). O procedimento foi repetido para a bucha vegetal (seca) utilizando a temperatura de 35 °C para imobilização. As misturas foram filtradas a vácuo e os suportes com enzimas imobilizadas foram armazenados sob refrigeração. O rendimento de imobilização (RI) e a atividade recuperada (AR) foram calculados utilizando as Equações (1) e (2), respectivamente (RAMOS et al., 2015).

$$RI (\%) = \frac{A_{ti} - A_{tf}}{A_{ti}} \times 100 \quad (1)$$

$$AR (\%) = \frac{A_{td}}{A_{ti} - A_{tf}} \times 100 \quad (2)$$

onde A_{ti} e A_{tf} são as atividades de transfrutossilagem do sobrenadante (em U) antes e após imobilização, respectivamente; A_{td} é a atividade de transfrutossilagem do derivado de suporte da enzima (em U) e A_d é a atividade que desaparece durante a imobilização (em U).

2.3 Determinação das atividades hidrolítica e de transfrutossilagem

Para a determinação das atividades enzimáticas foi definida uma unidade de atividade de transfrutossilagem como a quantidade de enzima que transfere um micromol (1 μmol) de frutose por minuto sob as condições ensaiadas. Também, definiu-se uma unidade de atividade hidrolítica como a quantidade de enzima que libera um micromol (1 μmol) de frutose por minuto sob as condições reacionais do ensaio (CUERVO-FERNANDEZ *et al.*, 2007; GANAIE; GUPTA, 2014; OTTONI *et al.*, 2012; CUNHA *et al.*, 2019).

Em um tubo foram adicionados 1,2 mL de solução tampão tris-acetato 0,2 mol.L⁻¹, pH 5,5 e 3,7 mL de solução de sacarose P.A. 47 % (m/v). Tal mistura foi previamente aquecida durante 10 min a 50 °C até atingir o equilíbrio térmico (CUERVO-FERNANDEZ *et al.*, 2007; OTTONI *et al.*, 2012;). A seguir, foi iniciada a reação enzimática ao se adicionar 0,1 mL de caldo fermentado, contendo FTase extracelular solúvel, ou 1 g de FTase imobilizada. A reação foi conduzida em banho Dubnoff a 190 rpm, a 50 °C e por 60 min e, posteriormente, interrompida por banho de água fervente durante 10 min, seguida por banho de gelo (OTTONI *et al.*, 2012; CUERVO-FERNANDEZ *et al.*, 2007).

Os valores de concentração de frutose liberada [F] e frutose transferida (transfrutossilada) [F_t], obtidos durante a reação enzimática, foram calculados pelas Equações (3) e (4), respectivamente.

$$[F] = [AR] - [G] \quad (3)$$

$$[F_t] = [G] - [F] \quad (4)$$

em que [ART] e [G] são as concentrações de açúcares redutores e glicose, respectivamente, expressas em $\mu\text{mol L}^{-1}$.

A concentração de açúcares redutores (AR) presentes no meio reacional foi determinada pelo método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) adaptado de Miller (1959) (MALDONADI; CARVALHO; FERREIRA, 2013; SANTOS-MORIANO *et al.*, 2015), ao passo que a concentração de glicose, presente no meio reacional, foi determinada pelo método colorimétrico (kit enzimático) GOD-PAP (CUNHA *et al.*, 2019; GANAIE; GUPTA, 2014; VEGA; ZÚNIGA-HANSEN, 2011; OLIVEIRA, 2007).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Influência da temperatura de imobilização na velocidade de adsorção

A Figura 1 apresenta o perfil da atividade de transfrutossilagem (A_t) da enzima solúvel (livre), presente no sobrenadante, em função do tempo e temperatura de imobilização.

Observa-se uma queda de A_t para todas as temperaturas ao longo do tempo. Esta queda de atividade no sobrenadante está relacionada com a quantidade de enzima transferida do sobrenadante para a superfície do material de suporte. Observa-se também que o aumento da temperatura de imobilização favoreceu uma queda mais rápida da atividade do sobrenadante, indicando assim uma maior velocidade de adsorção da FTase na sílica gel. Este comportamento pode ser atribuído a que em processos de adsorção, a temperatura afeta a constante de velocidade de adsorção. O aumento na temperatura de imobilização pode aumentar a energia cinética das espécies a serem adsorvidas (JIMENEZ; BOSCO; CARVALHO, 2004). Ademais, o aumento da temperatura aumenta a taxa de difusão das moléculas a serem aderidas ao suporte, devido à diminuição na viscosidade da solução e também pode causar uma desobstrução de poros no interior do suporte, permitindo a difusão de moléculas maiores (DOGAN; ALKAN; DEMIRBAS, 2006). Além disso, é possível observar que para as temperaturas mais altas (30 °C e 35 °C) a queda de atividade é mais acentuada no início do processo de imobilização, tendendo em seguida a uma diminuição de atividade mais lenta, indicando maior rapidez para atingir a estabilidade. Este comportamento pode ser atribuído a uma possível saturação do suporte, sugerindo que não é necessário estender o processo de imobilização por mais tempo.

Além disso, observou-se que a A_t do controle (enzima solúvel, sem suporte) se manteve praticamente constante ao decorrer das seis horas de imobilização, apresentando uma pequena queda inicial. Esta queda pode ser atribuída à instabilidade da enzima livre, uma vez que as enzimas possuem baixa estabilidade quando removidas de seu ambiente natural (CHAPLIN; BUCKE, 1990; SHULER, 2002)

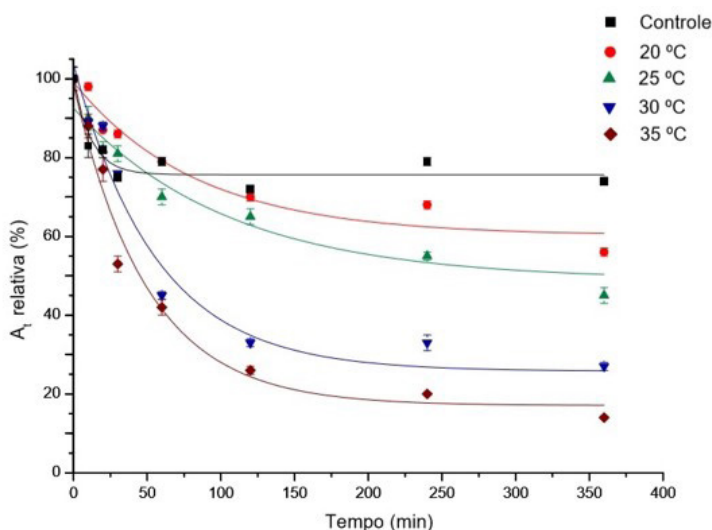


Figura 1- Atividade de transfrutossilacção (A_t) no sobrenadante em função da temperatura e do

tempo de imobilização para monitoramento da imobilização de FTase extracelular em sílica gel.

Similarmente, a Figura 2 apresenta os perfis cinéticos de imobilização para a atividade hidrolítica (A_h), presente no sobrenadante. Para todas as temperaturas avaliadas, a atividade hidrolítica relativa permaneceu entre 90 % e 100 % como tempo, apresentando pequenos acréscimos na primeira hora de imobilização. Este resultado suporta o fato de que há, possivelmente, diferentes enzimas presentes no caldo fermentado, e que a FTase, enzima com atividade de transfrutoseilação (CUNHA, 2017), apresentou maior afinidade pela sílica-gel, sugerindo inclusive uma possível purificação da enzima durante o processo de imobilização. Antošová e Polakovič (2001) reportaram que a principal diferença entre as enzimas frutossiltransferase (FTase) e β -frutofuranosidase (FFase) é que a FTase possui alta atividade de transfrutoseilação, alta afinidade pela sacarose ou FOS como aceptores de grupos frutossil e menor afinidade com a água. Como essas enzimas possuem atividades hidrolíticas e de transfrutoseilação, é difícil separá-las e classificá-las, uma vez que as duas atividades podem ocorrer concomitantemente em uma mesma enzima de uma mesma fonte. No entanto, L'Hocine et al. (2000) e Hayashi et al. (1990) isolaram essas enzimas e constataram que a FFase apresentou apenas atividade hidrolítica e que a FTase apresentou apenas atividade de transfrutoseilação. Além disso, como a FTase está sendo adsorvida em sílica-gel, o aumento da atividade hidrolítica pode ser explicado como uma compensação da perda de atividade de transfrutoseilação no caldo fermentado, uma vez que há uma diminuição da competição entre as enzimas com as atividades de transfrutoseilação e hidrolítica.

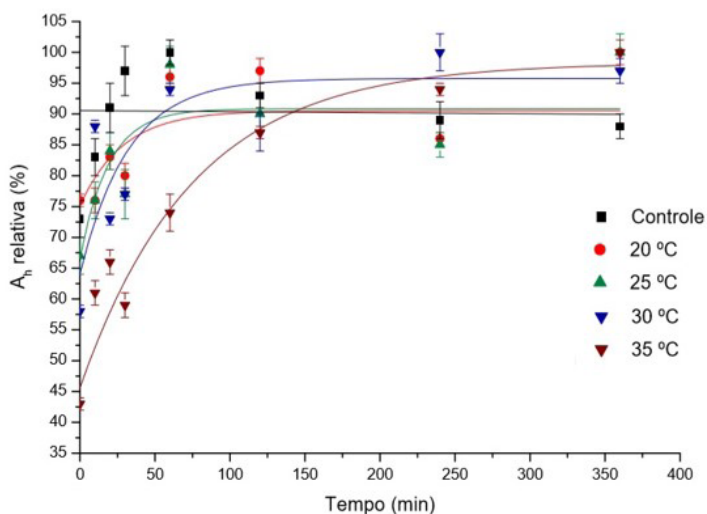


Figura 2- Atividade hidrolítica (A_h) no sobrenadante em função da temperatura e do tempo de

imobilização para monitoramento da imobilização de FTase extracelular em sílica gel.

3.2 Influência da temperatura de imobilização no rendimento de imobilização

A Tabela 1 apresenta o rendimento de imobilização da enzima adsorvida em sílica gel para cada temperatura de imobilização utilizada. Os cálculos foram realizados conforme descrito no tópico 2.2, baseando-se na atividade de transfrutossilacção inicial e final (após 6 horas de imobilização) do caldo fermentado. Observou-se que o aumento de temperatura de imobilização permitiu a obtenção de maiores rendimentos de imobilização, conforme observado também na Figura 1.

Suporte	Temperatura (°C)	Rendimento de imobilização (Rf) (%)
Sílica	20	31
	25	57
	30	73
	35	85
Bucha vegetal	35	34

Tabela 1. Rendimento de imobilização da FTase em sílica gel e bucha vegetal após 6 horas de imobilização em função da temperatura

Oliveira (2007) reportou um rendimento de imobilização de 97,76 % ao imobilizar FTase extracelular de *Rhodotorula sp.* por adsorção, em suporte inorgânico composto por nióbio e grafite. Nesse estudo também foram testados outros suportes, sendo um deles a sílica enxertada com zircônio. Primeiramente, foi utilizado o método de adsorção com rendimento de 80 %; entretanto, após 72 horas, sob refrigeração, a atividade caiu para 5 % da atividade inicial. Ao realizar a imobilização por ligação covalente, alcançou-se rendimento de 70 %, porém, quando submetido a 72 h de refrigeração, a atividade caiu para 35 % do valor inicial. A adsorção física também foi empregada em diferentes trabalhos envolvendo a enzima lipase. Destaca-se o estudo realizado por Paula et al. (2008) em que a lipase de *Candida rugosa* foi imobilizada em matriz híbrida de polissiloxano álcool polivinílico, com rendimento de imobilização de 96,50 %. Ferreira (2017) estudou a imobilização da lipase de *Geotrichum candidum* em diversos suportes e por diferentes métodos, sendo que para a imobilização por adsorção física em sílica aerosil®, foi obtido um rendimento de imobilização de 100 % para a enzima purificada. Similarmente, Sugahara e Varéa (2014) reportaram um rendimento de imobilização de 94,8 % para a adsorção de lipase extracelular de *Beauveria bassiana* em sílica gel.

Observa-se também na Tabela 1 que o rendimento de imobilização da FTase suportada em sílica gel (85 %) foi muito maior do que o rendimento de imobilização da FTase suportada em esponja vegetal (34 %). Esse resultado pode ser atribuído à alta área superficial da sílica gel ($391,98 \pm 2,66 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$).

3.3 Atividade recuperada e estabilidade operacional da enzima imobilizada

A Tabela 2 apresenta os valores de atividade recuperada e estabilidade operacional da FTase imobilizada durante 6 horas a 35 °C na sílica gel e bucha vegetal. Pode ser observado que apesar dos maiores rendimentos de imobilização obtidos com a sílica gel, a FTase suportada em sílica apresentou uma atividade recuperada consideravelmente menor à atividade apresentada pela FTase imobilizada na bucha vegetal. Este resultado pode ser atribuído a limitações difusionais da sacarose no interior dos poros da sílica. Ferreira et al. (2018) reportou que suportes hidrofílicos como a sílica podem apresentar agregados e estruturas tridimensionais que podem causar restrições ao transporte das moléculas de substrato até o sítio catalítico. Nesse estudo, inclusive, os autores reportaram um rendimento de imobilização de 100 % e uma atividade recuperada de 3,8 % para a lipase de *Geotrichum candidum* imobilizada em sílica aerosil®.

Suporte	Atividade recuperada (%)	Atividade relativa após 4 ciclos de reação (%)
Sílica gel	9,07	40
Bucha vegetal	83,64	12

Tabela 2. Atividade de transfrutoseilação recuperada e estabilidade operacional da FTase imobilizada durante 6 horas a 35°C

Na Tabela 2 também é possível observar que, a FTase suportada em bucha vegetal apresentou estabilidade operacional consideravelmente inferior à FTase imobilizada em sílica, sugerido uma maior interação entre a enzima e a superfície da sílica, que possibilitou maior resistência à desativação e ao arraste após quatro ciclos de reação em batelada. No entanto, é importante destacar que a FTase suportada em esponja vegetal pode permitir uma maior conversão de sacarose em FOS em apenas um ciclo de reação, uma vez que apresentou maior atividade recuperada (Tabela 2).

4 | CONCLUSÃO

O processo de imobilização de enzimas FTase extracelulares de *Aspergillus oryzae* IPT-301 em sílica gel por adsorção física mostrou grande dependência da temperatura e do suporte de imobilização. O rendimento e velocidade de imobilização das FTase em sílica gel mostraram elevados incrementos com o aumento da temperatura de imobilização. O

maior rendimento foi obtido a 35 °C, sendo o período de 6 horas o tempo suficiente para atingir a estabilidade no processo de imobilização nesta temperatura. O rendimento de imobilização e estabilidade operacional da FTase imobilizada em sílica foram superiores do que os apresentados pela FTase imobilizada em bucha vegetal. No entanto, a FTase imobilizada em bucha vegetal apresentou maior atividade recuperada. Estes resultados demonstram um alto potencial de aplicação da sílica gel e bucha vegetal como materiais de suporte da enzima FTase visando a produção de frutooligossacarídeos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR-OLIVEIRA, E.; MAUGERI, F. **Characterization of the Immobilized Fructosyltransferase from *Rhodotorula* sp.** International Journal of Food Engineering, v. 6, n. 3, jun. 2010.

ANTOŠOVÁ, M.; POLAKOVIČ, M. **Fructosyltransferase: The enzymes catalyzing production of frutooligosaccharides.** Chemical Papers—Chemické Zvesti, v. 55, n. 6, p. 350–358, jan. 2001.

ANTOŠOVÁ, M. et al. **Chromatographic separation and kinetic properties of fructosyltransferase from *Aureobasidium pullulans*.** Journal of Biotechnology, v. 135, n. 1, p. 58–63, jun. 2008.

CARVALHO, N. B.; LIMA, A. S.; SOARES, C. M. F. **Uso de sílicas modificadas para imobilização de lipases.** Química Nova, v. 38, n. 3, p. 399–409, nov. 2014.

CHAPLIN, M; BUCKE, C. **Enzyme Technology.** Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

CHEN, C. et al. **Cloning, expression and functional validation of a β -fructofuranosidase from *Lactobacillus plantarum*.** Process Biochemistry, v.49, n. 5, p. 758-767, maio 2014.

CUERVO-FERNANDEZ, R. et al. **Production of fructoligosaccharides by β -fructofuranosidase from *Aspergillus* sp. 27H.** Journal of Chemical Technology and Biotechnology, v. 79, n. 3, p.268-272, mar. 2004.

CUERVO-FERNANDEZ, R. et al. **Screening of β -fructofuranosidase-producing microorganisms and effect of pH and temperature on enzymatic rate.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 75, n. 1, p. 87-93, jun. 2007.

CUNHA, J. S. **Produção e caracterização da enzima frutossiltransferase de *aspergillus oryzae* ipt-301 visando a obtenção de frutooligossacarídeos.** 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2017.

CUNHA, J. S. et al. **Synthesis and characterization of fructosyltransferase from *Aspergillus oryzae* IPT-301 for high frutooligosaccharides production.** Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 36, n. 2, p. 657-668, jun. 2019.

DÍAZ, C. J. A. et al. **Computational analysis of the fructosyltransferase enzyme in plants, fungi and bacteria.** Gene, v. 484, n. 1-2, p. 26-34, set. 2011.

DOGAN, M.; ALKAN, M.; DEMIRBAS, Ö. **Adsorption kinetics of maxilon blue GRL onto sepiolite.** Chemical Engineering Journal, v. 124, n. 1-3, p. 89-101, nov. 2006.

FERREIRA, M. M. **Avaliação de diferentes estratégias de imobilização, caracterização das propriedades catalíticas e determinação dos parâmetros termodinâmicos para a lipase produzida por Geotrichum candidum, visando seu emprego na produção de ácidos graxos concentrados.** 2017. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, 2017.

FERREIRA, M. M. et al. **Different strategies to immobilize lipase from Geotrichum candidum: kinetic and thermodynamic studies.** Process Biochemistry, v. 67, p. 55-63, abr. 2018.

GANAIÉ, M. A. et al. **Immobilization of fructosyltransferase by chitosan and alginate for efficient production of fructooligosaccharides.** Process Biochemistry, v. 49, n. 5, p. 840-844, 2014.

GANAIÉ, M. A.; GUPTA, U. S. **Recycling of cell culture and efficient release of intracellular fructosyltransferase by ultrasonication for the production of fructooligosaccharides.** Carbohydrate Polymers, v. 110, p. 253-258, set. 2014.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. **Dietary modulation of the human colonic microbiota: introduction the concept of prebiotics.** The Journal of Nutrition, v. 125, n. 6, p. 1401-1412, jun. 1995.

HAYASHI, S. et al. **Production of a fructosyl-transfering enzyme by *Aureobasidium sp.* ATCC 20524.** Journal of Industrial Microbiology, v. 5, n. 6, p. 395-399, ago. 1990.

JIMENEZ, R. S.; BOSCO, S. M.; CARVALHO, W. A. **Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolécita – influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares.** Química nova, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 734- 738, 2004.

KIM, M. H. et al. **An empirical rate equation for the fructooligosaccharide-producing reaction catalyzed by β -fructofuranosidase.** Journal of Fermentation and Bioengineering, v. 82, n. 5, p. 458-463, jan. 1996.

L'HOCINE, L. et al. **Purification and partial characterization of fructosyltransferase and invertase from *Aspergillus niger* AS0023.** Journal of Biotechnology, v. 81, n. 1, p. 73-84, ago. 2000.

MAIORANO, A. E. et al. **Influence of the culture medium on the fructosyltransferase production.** New Biotechnology, v. 25S, p. S201, set. 2009.

MALDONADI, I. R.; CARVALHO, P. G. B.; FERREIRA, N. A. **Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método DNS.** Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81580/1/cot-85.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

MILLER, G. L. **Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar.** Analytical Chemistry, v. 31, n. 3, p. 426-428, mar. 1959.

MOORE, N. C. C. et al. **Effects of fructo-oligosaccharide-supplemented infant cereal: a double-blind, randomized trial.** British Journal of Nutrition, v. 90, n. 3, p. 581-587, set. 2003.

OLIVEIRA, E. A. **Imobilização da enzima frutossiltransferase extracelular de *Rhodotorula sp.* e aplicação na produção de frutooligosacarídeos.** 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 2007.

OTTONI, C. A. et al. **Media optimization for β -fructofuranosidase production by *Aspergillus oryzae*.** Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 29, n. 1, p. 49-59, mar. 2012.

PAULA, A. V. et al. **Comparação do desempenho da lipase de candida rugosa imobilizada em suporte híbrido de polissiloxano-polivinilálcool empregando diferentes metodologias.** Química Nova, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 35-40, jan. 2008.

PERNA, R. F. et al. **Microbial Fructosyltransferase: Production by Submerged Fermentation and Evaluation of pH and Temperature Effects on Transfructosylation and Hydrolytic Enzymatic Activities.** International Journal of Engineering Research & Science, v. 4, n. 3, mar. 2018.

RAMOS, E. Z. et al. **Production and immobilization of Geotrichum candidum lipase via physical adsorption on eco-friendly support: Characterization of the catalytic properties in hydrolysis and esterification reactions.** Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic, v. 118, p. 43–51, ago. 2015

ROBERFROID, M. B. **Prebiotics: the concept revisited.** Journal of Nutrition, v. 137, n. 3, p. 830-837, mar. 2007.

ROMANO, N. et al. **Effect of sucrose concentration on the composition of enzymatically synthesized short-chain fructo-oligosaccharides as determined by FTIR and multivariate analysis.** Food Chemistry, v. 202, n. 1, p. 467-475, fev. 2016.

SÁNCHEZ, O. et al. **Fructooligosaccharides production by *Aspergillus sp.* N74 in a mechanically agitated airlift reactor.** Food and Bioproducts Processing, v. 86, n. 2, p. 109-115, jun. 2008.

SANTOS-MORIANO, P. et al. **Levan versus fructooligosaccharide synthesis using levansucrase from *Zymomonas mobilis*: effect of reaction conditions.** Journal of molecular catalysis B: Enzymatic, v. 119, p. 18-25, set. 2015.

SUGAHARA, V. H.; VÁREA, G. S. Immobilization of Beauveria bassiana Lipase on Silica Gel by Physical Adsorption. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 57, n. 6, p. 842-850, dez. 2014.

SHULER, M. L. **Bioprocess engineering: basic concepts.** 2. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2002.

TOKUNAGA, T.; OKU, T.; HOSOYA, N. **Influence of chronic intake of new sweetener fructooligosaccharide (Neosugar) on growth and gastrointestinal function of the rat.** Journal of Nutritional Science and Vitaminology, v. 32, n. 1, p. 111-121, jan. 1986.

VEGA, R.; ZÚNIGA-HANSEN, M. E. **Enzymatic synthesis of fructooligosaccharides with high 1-kestose concentrations using response surface methodology.** Bioresource Technology, v. 102, n. 22, p. 10180–10186, nov. 2011.

YUN, J. W. **Fructooligosaccharides – Occurrence, preparation and application.** Enzyme and

CAPÍTULO 7

DIVERSIDADE DE USO MEDICINAL DA FLORA EM UMA ÁREA DE CERRADO NA CHAPADA DO ARARIPE, NE, BR

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 29/07/2020

Priscilla Augusta de Sousa Fernandes

Programa de pós-graduação em Bioprospecção Molecular – PPBM
<http://lattes.cnpq.br/7744491766743793>

Alice Fernandes Gusmão

Graduada em Ciências Biológicas – Universidade Regional do Cariri – URCA,
<http://lattes.cnpq.br/7046106757563452>

Rosiele Bezerra da Silva

Graduada em Ciências Biológicas – Universidade Regional do Cariri – URCA
<http://lattes.cnpq.br/1170912664999659>

George Pimentel Fernandes

Departamento de Educação – Universidade Regional do Cariri – URCA
<http://lattes.cnpq.br/0305242796710721>

Ana Cleide Alcantara Morais-Mendonça

Departamento de Ciências Biológicas – Universidade Regional do Cariri – URCA
<http://lattes.cnpq.br/0141839119774382>

Maria Arlene Pessoa da Silva

Departamento de Ciências Biológicas – Universidade Regional do Cariri – URCA
<http://lattes.cnpq.br/3836224227922749>

Maria Flaviana Bezerra Morais-Braga

Departamento de Ciências Biológicas – Universidade Regional do Cariri – URCA
<http://lattes.cnpq.br/1557613482101211>

RESUMO: No semiárido nordestino o uso de plantas medicinais é uma prática comum como primeira via de tratamento. Este trabalho objetivou conhecer a diversidade de plantas medicinais em uma área de Cerrado na Chapada do Araripe, assim como a aplicabilidade dessa flora e as epistemologias envolvidas nesses conhecimentos. Para tanto, foram utilizados os índices de importância relativa e consenso do informante, a fim de conhecer a versatilidade das espécies e o consenso de uso das mesmas entre os moradores da comunidade. O discurso do sujeito coletivo foi analisado para entender os conhecimentos envolvidos no processo de coleta das plantas e como esses conhecimentos são passados. Foram registradas 79 espécies, sendo 46 nativas. Dez espécies apresentaram $IR > 1$, indicando alta versatilidade, dentre elas *Stryphnodendron rotundifolium* foi a que alcançou maior valor (2,0). 13 categorias de sistemas corporais agruparam as 61 indicações terapêuticas citada pela comunidade, sendo que as categorias com maior concordância de uso foram: neoplasias (0,82) e doenças do sistema respiratório (0,75). Para algumas espécies, são escassas pesquisas em busca de comprovação de suas atividades como é o caso de *Xylopia sericea*. E ainda, levantou-se uma preocupação à cerca da conservação das espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Fator de consenso; Etnobotânica; Plantas Medicinais; *Stryphnodendron rotundifolium*; versatility; *Xylopia sericea*.

DIVERSITY OF MEDICINAL FLORA USAGE IN A CERRADO AREA IN THE CHAPADA DO ARARIPE, NE, BR

ABSTRACT: The use of medicinal plants is a common practice as a first choice of treatment in the northeastern semi-arid. This study aimed to understand the diversity of medicinal plants used in a Cerrado area in the Chapada do Araripe, as well as the applicability of this flora and epistemologies associated with these. The Relative Importance and Informant Consensus Factor were analysed in order to understand the versatility of the species and usage consensus among the residents of the community. The collective subject discourse was analyzed to understand the knowledge involved in the plant collection process and how this knowledge is passed. 79 species were recorded, of which 46 were native. Ten species presented a RI>1, indicating high versatility, including *Stryphnodendron rotundifolium* with the highest value (2.0). 13 body system categories encompassed the 61 therapeutic indications cited by the informants, where the categories with the highest usage agreement were: neoplasms (0.82) and diseases of the respiratory system (0.75). For some species, such as *Xylopia sericea*, research addressing their activities is scarce. Moreover, a concern for the conservation of species has arisen.

KEYWORDS: Consensus factor; Ethnobotany; Medicinal plants; *Stryphnodendron rotundifolium*; versatility; *Xylopia sericea*.

1 | INTRODUCTION

Brazil, known worldwide for its mega-biodiversity, is also home to a considerable ethnic and cultural diversity (BRAZIL, 1998), which due to human interactions with flora, has the use of medicinal plants as a common alternative form of therapy (COAN; MATIAS, 2013), especially due to the difficulty in accessing healthcare services in some rural communities (ROQUE *et al.* 2010). In the Brazilian semi-arid, access to medicinal plants is subject to temporal resource availability, as well as with the degree of interest in a certain resource (ALBURQUERQUE; ANDRADE 2002).

The Chapada do Araripe is located in the Brazilian semi-arid, having two federal conservation units (Chapada do Araripe Environmental Protection Area and Araripe National Forest) that play an important role in the conservation of water, fauna and flora. The Chapada do Araripe provides resources such as food, medicinal plants and is a source of income for local rural populations (CREPALDI *et al.* 2016; SOUSA-JÚNIOR *et al.* 2016). Moreover, due to several environmental factors, the Chapada do Araripe presents a variety of vegetation phytophysiognomies, including the Cerrado (MORO *et al.* 2015), a phytogeographic domain characteristic of Central Brazil, however, which also reaches Northeastern regions, including the states of Bahia, Maranhão and Ceará (RIBEIRO; WALTER, 2008), presenting itself with fragmented and disjoint areas in the middle of the semi-arid (MORO *et al.* 2015).

Ethnobotanical research in Cerrado regions are common in both Central Brazil (CAMARGO *et al.* 2014, GUIDO *et al.* 2013, LIMA *et al.* 2012, SOUZA *et al.* 2016), as well as in disjoint Cerrados in Northeast Brazil, (BAPTISTEL *et al.* 2014; MORAES *et al.* 2016;

OLIVEIRA *et al.* 2010) including in the Chapada do Araripe, where popular knowledge has been transmitted to successive generations (MACEDO *et al.* 2018; MACEDO *et al.* 2016a; MACEDO *et al.* 2015; RIBEIRO *et al.* 2014a). Ethnobotanical research and the quantitative indices applied to these are important guidelines for the selection of plants for bioprospecting and ethnopharmacological research (SANTOS *et al.* 2018), where many of these studies, such as Costa *et al.* (2012), Freitas; Rodrigues; Gaspi (2014) and Figueiredo *et al.* (2016), have already proven the potential of several popular species.

In this context, the objective of this study was to identify and analyze medicinal plants in terms of their use, noting their preparation methods, and to verify the versatility of the species, as well as the consensus of the informants on their use, without losing sight of the epistemological aspects pertinent to the relationship between the knowledge involved in the collection process and popular knowledge transmission through the discourse of the collective subject, as well as providing an input for future studies in the bioprospecting field.

2 | MATERIALS AND METHODS

This study is of a descriptive nature, using sample survey from field studies, under the influence of ethnography. Given its exploratory nature, however, qualitative research, direct observations and interviews were used.

2.1 Study Area

This study was carried out in the Baixa do Maracujá (Figure 1), a rural community located in the district of Santa Fe that is part of the municipality of Crato, in the south of Ceará, located in the Northeastern region of Brazil. The municipality has approximately 128,680 inhabitants, distributed across an area of 1176,467 km², which is located geographically under the coordinates 7°14'03"S and 39°24'34"W with an altitude of 426.9 m (IBGE, 2016; IPECE, 2015).

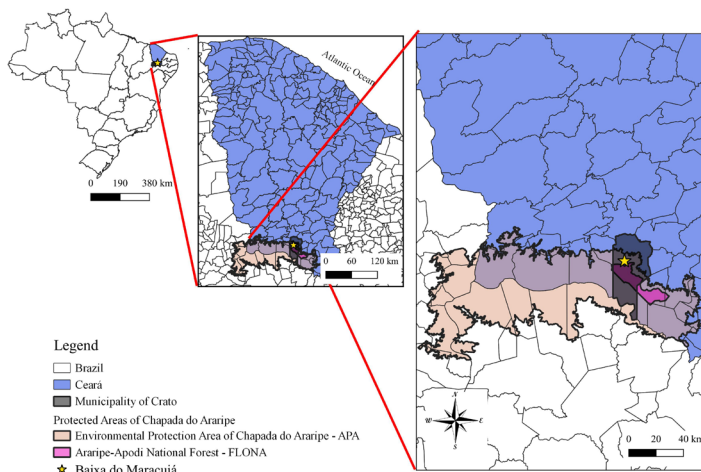


Figure 1. Location map of Baixa do Maracujá, Crato-CE.

Baixa do Maracujá is part of the Environmental Protection Area (Área de Proteção Ambiental; APA) of the Chapada do Araripe, $7^{\circ}11'7,151''S$ and $39^{\circ}31'21,51''W$ at 859 m of altitude, being very close to the Araripe National Forest and sustainable use conservation units, both of which are important conservation areas managed by the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBio). The community is composed of approximately 158 families, with this number varying according to fruiting of the pequi tree (*Caryocar coriaceum* Wittm.), a plant with economic importance for the region, which during its harvest attracts extractivists who collect the fruits for extra income. As for access to public health, the community has a community health agent who provides informative and preventive care. The nearest healthcare unit is approximately three kilometers away in the Santa Fe district and has only one healthcare team which is responsible for serving more than five thousand families, thus hindering care.

2.2 Ethical Aspect

Members of the community were informed of the study and those who agreed to participate signed the Term of Consent, according to Resolution 510/2016 of the National Health Council - CNS do Brasil (BRAZIL, 2016). The project was approved by the Ethics in Research Committee - CEP of the Regional University of Cariri under process number 2.482.351/2018.

2.3 Collection Of Information And Choice Of Informants

Semi-structured interviews were conducted as described by Albuquerque *et al.* (2010) and Amorozo and Viertler (2010). Informants were chosen using the snowball technique (BAILEY, 1994), through which 30 key informants and local experts (22 women and 8 men),

ranging in age from 32 to 74 years. All informants practice subsistence agriculture and extractivism as a form of income generation, with some already being retired and others receiving assistance from government programs such as Bolsa Família.

2.4 Collection And Identification Of Botanical Material

Following acquisition from the Authorization for activities with scientific purpose (No. 64011-1), through the Biodiversity Authorization and Information System - SisBio, guided tours with the help from participants were organized to collect botanical material, with species in the reproductive phase being collected (ALBUQUERQUE *et al.*, 2010). The collected material was duly herborized following the methodology by Mori *et al.* (1989). After drying, the material was deposited in the Caririense Dárdano de Andrade-Lima Herbarium of the Regional University of Cariri (HCDAL - URCA) for botanical identification. The plants were identified according to the APG IV. The scientific names were conferred on the databases “Flora do Brasil” (Flora do Brasil, 2020 in construction) and Tropicos. This research was also registered (No. AAE43FD) in the National System of Management of Genetic Heritage and Associated Traditional Knowledge (SisGen), in accordance with Law No. 13.123/2015.

2.5 Data Analysis

To analyze the ethnobotanical data, these were organized into tables and analyzed using the following parameters: Informant Consensus Factor - ICF (TROTTER; LOGAN, 1986) which identifies the most prominent body system in the community, being calculated by the formula: $ICF = (n_{ur} - n_t) / (n_{ur} - 1)$, where n_{ur} corresponds to the number of usage citations in each subcategory and n_t corresponds to the number of species used in this subcategory. The maximum value is 1.

The Relative Importance - RI parameter (BENNETT; PRANCE, 2000), determines the importance and versatility of a species based on the numbers of medicinal properties and body systems for which they are cited. RI is obtained through the formulas: $RI = NSC + NP$. Where $NSC = NSCE / NSCEV$ and $NP = NPE / NPEV$. NSC is the Number of Body Systems, NSCE is the number of body systems treated by a particular species, NSCEV is the total number of body systems treated by the most versatile species; NP is the number of properties, NPE is the number of properties assigned to a given species and NPEV is the number of properties assigned to the most versatile species.

The Collective Subject Discourse - CSD (LEFEVRE; LEFEVRE, 2005) parameter, a method that represents the thought of a collective from individual statements, and corresponds to the collective speaking through the person of an individual, this being a synthesis statement where individual discourses presenting similar meanings are grouped into categories (LEFEVRE; LEFEVRE 2005; LEFEVRE; LEFEVRE, 2014), was used for the remaining interview data. The DSC Soft v. 2.0. was used for DSC analysis.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Diversity Of Medicinal Plants, Their Parts And Methodologies Used

A total of 79 species belonging to 34 families and 73 genera were recorded, of which 46 were native and 33 were cultivated, a result in agreement with similar ethnobotanical studies where a variation of 38 to 137 registered species have been, with even greater numbers being found in recent studies in Cerrado areas of the Chapada do Araripe and in the Brazilian Northeast, such as Baptistel *et al.* (2014), Fagundes *et al.* (2017), Macêdo *et al.* (2018), Macedo *et al.* (2016), Moraes *et al.* (2016), Macêdo *et al.* (2015), Ribeiro *et al.* (2014), Sousa *et al.* (2016), and Vieira *et al.* (2015).

The families with the highest number of recorded species were Fabaceae (12), Lamiaceae (8), Asteraceae (8) and Myrtaceae (5), with other families varying between 3 and 1 species. The Fabaceae family also stood out in other studies carried out in the northeastern semi-arid region, in areas with Caatinga, Cerrado and Carrasco vegetation (MACÊDO *et al.* 2018; OLIVEIRA-JÚNIOR; CONCEIÇÃO, 2010, SILVA *et al.* 2015; SOUZA *et al.* 2014).

The most commonly used parts were: leaves with 41.6% of the indications, followed by bark (23.03%), root (14.04%) and latex (8.71%). Other parts such as the stem bark, fiber (bark fiber), flower, fruit peel, fruit, oil, seed and mucilage account for 12.62% of indications. These results are in contrast with data from Ribeiro *et al.* (2014a), a study performed in a Cerrado area where the most commonly used part was the bark; and in agreement with Aguiar *et al.* (2012) and Santos *et al.* (2016), studies carried out in rural areas of Piauí, where the leaves and barks were the most commonly used parts.

The main forms of usage were: decoction (37%), soaking in water (18%) and syrup (10%), followed by bathing (5%), maceration (4%) and bottled (4%). Other forms of use including plaster, latex with water, oil with honey, fruit pulp, roast ground seeds and infusion, collectively totaled 26%. The preparation of teas, by decoction or infusion, also presented a greater number of indications in other similar studies in the Brazilian Northeast (BAPTISTEL *et al.* 2014; MORAES-REGO *et al.* 2016; RIBEIRO *et al.* 2014a; SANTOS *et al.* 2016).

3.2 Species Versatility

Of the 79 studied species, 51 were indicated for the treatment of more than one symptom/disease and 28 were indicated for only one (Table 1). *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. was the most versatile species with a RI of 2.0. Nine other species obtained a RI>1: *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (1.94), *Croton heliotropiifolius* Kunth (1.88), *Hancornia speciosa* Gomes (1.81), *Sideroxylon obtusifolium* (1.39), *Xylopia sericea* A.S.-Hil. (1.31), *Aloe vera* (L.) Burm. f. (1.18), *Menta* sp. (1.18), *Ximenia americana* L. (1.05) and *Caryocar coriaceum* Wittm. (1.04).

Stryphnodendron rotundifolium Mart. (barbatimão), with the highest relative

importance (RI=2) value, presented the highest number of therapeutic indications (15), encompassing 7 body systems, being important for the treatment of wounds, vaginal infection, general inflammation, gastritis and cancer, among others. The most commonly used *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. part is the bark, with the preparation method varying between water-based, decoction or in powder. In a study carried out in the Cerrado area of the Chapada do Araripe by Macedo *et al.* (2015) and Oliveira *et al.* (2014), barbatimão was also one of the most versatile species with a RI of 1.72, a value lower than the one found in the present study, however, its usage indications were similar. In other studies, barbatimão was considered to be antibacterial and modulatory, as well as a preventive agent for diseases associated with oxidative and gastroprotective stress (COSTA *et al.* 2012; OLIVEIRA *et al.* 2011; RODRIGUES *et al.* 2008).

Himatanthus drasticus (Mart.) Plumel (1.94), “janaguba”, was the second most versatile species, indicated especially for cancer, digestive system disorders, inflammation, and other symptoms, totaling 12 therapeutic indications across eight body systems. Its main form of use is latex diluted in water, corroborating with Soares *et al.* (2015) who obtained a similar report for its indications. An antitumor activity was observed against sarcomas in tests using the leaf extract (SOUSA *et al.* 2010), however, no influence was observed against lung cancers in tests using the latex (FRANCE *et al.* 2011). Moreover, a gastroprotective effect for the latex was observed in mice (COLARES *et al.* 2008) and an anti-inflammatory effect has also been verified (ALMEIDA *et al.* 2017).

Croton heliotropiifolius Kunth (RI = 1.88), “velame”, obtained 11 therapeutic indications, including blood problems, inflammation, wound and skin diseases, where the roots are used by soaking these in water or by decoction, with the root also being chewed. In other studies, the use of “velame” leaves were reported with similar therapeutic indications, however, these obtained lower relative importance values than the present study (MACÊDO *et al.* 2016; MACÊDO *et al.* 2015; SARAIVA *et al.* 2015). The stem bark ethanolic extract of this species has demonstrated an antifungal activity (QUEIROZ *et al.* 2014) and the leaf essential oil displayed an antibacterial activity (ALENCAR-FILHO *et al.* 2017).

Hancornia speciosa Gomes (1.81), mangaba, was indicated for 10 symptoms encompassing eight body systems, with the latex diluted in water or the bark soaked in water being its main form of use. Its main indication was to regulate and clear the blood, followed by hypertension, cancer, gastritis and others. In other studies, “mangaba” was also cited as an antihyperlipidemic (SILVA *et al.* 2010), as a hypoglycemic (MACÊDO; FERREIRA, 2004) and a potential anti-inflammatory (TORRES-RÊGO *et al.* 2016). In toxicity and genotoxicity tests, the results indicate the latex is unlikely to cause damage to human health (RIBEIRO *et al.* 2016). In other tests, “mangaba” also showed a free radical scavenging activity (LIMA-NETO *et al.* 2015).

Sideroxylon obtusifolium (1.39), “quixaba”, was indicated for eight symptoms across six body systems, being indicated especially for pain, stroke and inflammation. The most

commonly used part is the peel, soaked in water or in a bottle. The use of the bark was also recorded in other studies, with indications for the same symptoms (PEDROSA *et al.* 2012). The “quixaba” bark ethanolic extract presented analgesic, antinociceptive and anti-inflammatory activity (ARAÚJO-NETO *et al.* 2010), while the fruits presented an antioxidant activity (FIGUEIREDO; LIMA, 2015). The anti-inflammatory activity of the stem bark extract has also been reported (LEITE *et al.* 2015).

Xylopia sericea A.S.-Hil. (1.31), “imbiriba”, obtained eight therapeutic indications, encompassing five body systems, for the treatment of cough, flu and stomach problems, also being cited for menstrual cramps, however, a disagreement among informants was noted, since it was reported that women cannot ingest “imbiriba” during the menstrual period. Nothing addressing the later has been reported in the literature, indicating a lack of studies in this regard. The most commonly used part is the fruit peel, which can be prepared by decoction, bottled or be chewed. RODRIGUES; CARVALHO (2008) also report its use for stomach problems. Antibacterial activities, tumor cell inhibition, leishmanicidal and anti-inflammatory activities have also been recorded (MENDES, 2014; MENDES *et al.* 2017).

Family and species	Popular name	Part used	Forms of use	Therapeutic indications	RI
Amaranthaceae					
<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze HN-13.748	Anador	Le	Decoction	Fever	0,21
<i>Alternanthera</i> sp. NC	Dipirona	Le	Decoction	Hangover symptoms, fever, indigestion	0,63
<i>Dysphania ambrosioides</i> (L.) Mosyakin & Clemants HN-13.545	Mastruz	Le	Maceration or leaves with milk	Knock, gastritis, skin diseases, broken bone, influenza	0,90
Anacardiaceae					
<i>Anacardium occidentale</i> L. HN-13.322	Caju	Ba, Sb	Soaking in water or decoction	Inflammation, cicatrizing, toothache	0,63
<i>Mangifera indica</i> L. HN-13.636	Manga	Le	Decoction	Cough	0,21
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão HN-13.750	Aroeira	Ba	Soaking in water	Inflammation, genitourinary infection, cicatrizing	0,63
Annonaceae					

Annona coriacea Mart. HN-13.576	Araticum	Fi, Le, Fl	Mastigate the leaves, flower tea, tie the fiber on the bite site	Snake bite	0,21
Annona muricata L. HN-13.923	Graviola	Le	Soaking in water	Diabetes	0,21
Xylopia sericea A. St.-Hil. HN-13.350	Imbiriba	Fp	Decoction, bottled, mastigate the fruit peel	Cough, influenza, hoarseness, sore throat, general pain, stomachache, indigestion, rheumatism, menstrual cramps	1,31
Apocynaceae					
Hancornia speciosa Gomes HN-13.348	Mangaba	La, Ba, Fr	Latex with water, soak in water, in case of broken bone put the latex on the spot and curl with a cloth	Cancer, gastritis, hypertension, thinning and cleaning the blood, varize, broken bone, inflammation, thyroid, worm	1,81
Himatanthus drasticus (Mart.) Plumel	Janaguba	La, Sb, Ba	Latex with water, stem bark or bark soak in water	Cancer, gastritis, ulcer, dor no stomachache, inflammation, cicatrizing, diabetes, blood	1,94

Table 1 List of medicinal plants indicated by residents of Baixa do Maracujá, in Crato state of Ceará, Northeast of Brazil (Continuation).

Family and species	Popular name	Part used	Forms of use	Therapeutic indications	RI
HN-13.349 <i>Secondatia floribunda</i> A. DC. HN-13.751 Arecaceae	Catuaba-cipó	Vi	Bottled	circulation, thinning the blood, herniated disc Back pain	0,21
<i>Cocos nucifera L.</i> NC	Côco	Sb	Soak in water	Anemia	0,21
Aristolochiaceae					
<i>Aristolochia sp.</i> NC	Jarrinha	Ra	Soak in water	Cough, menstrual regulation, inflammation in the uterus, controls the blood, influenza, cough	0,83
Asteraceae					
---- HN-13.575 <i>Acanthospermum hispidum</i> DC. HN-13.744	Língua-de-vaca	Ro	Soak in water or decoction	Cough, influenza	0,28
<i>Achillea millefolium L.</i> NC	Fideração	Ro	Decoction	Influenza, belly ache, diarrhea	0,49
<i>Achillea millefolium L.</i> NC	Novalgina	Le	Decoction, infusion	Fever	0,21
<i>Acmella oleracea (L.)</i> HN-13.639	Agrião	Le	Syrup	Cough, influenza	0,21
<i>Artemisia absinthium L.</i> NC	Lorma	Le	Decoction	Belly ache, indigestion	0,28

<i>Baccharis trimera</i> (Less.) DC. NC	Carqueijo	Le, Ra	Soak in water, bottled	Rheumatism	0,21
<i>Gymnanthemum amygdalinum</i> (Delile) Sch. Bip. ex Walp. HN- 13.726	Boldo	Le	Decoction or maceration	Belly ache, indigestion	0,28
<i>Mikania glomerata</i> Spreng. NC	Galco	Le	Decoction, syrup	Influenza, kidney stones, antipyretic	0,63
Bixaceae					
<i>Bixa orellana</i> L. HN-13.546	Urucum	Ba	Decoction	Asthma	0,21

Table 1 List of medicinal plants indicated by residents of Baixa do Maracujá, in Crato state of Ceará, Northeast of Brazil (Continuation).

Family and species	Popular name	Part used	Forms of use	Therapeutic indications	RI
Caryocaraceae					
<i>Caryocar coriaceum</i> Wittm. HN-13.321	Pequi	Oi, FI	Oil with honey, flower in the syrup or flower tea. For earache: warm the oil, moisten the cotton, and put in the ear. For swelling: heat oil and massage the swollen spot.	Inflammation, cough, influenza, knock, injury, earache, swelling.	1,04
Crassulaceae					
<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam.) Pers. HN-13.635	Malva corama	Le	Syrup or juice	Sore throat, cough, influenza, inflammation in the uterus.	0,55
Euphorbiaceae					
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth HN-13.554	Velame	Ro	Soak in water, decoction, masticate the root.	Blood problems, diabetes, cholesterol, to lose weight, infection, belly ache, inflammation, seat bath, injury, skin diseases, cough	1,88
Fabaceae					
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud. HN-13.638	Mororó	Le	Soak in water	Diabetes, kidneys	0,42
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth HN-13.632	Sucupira	Ba	Decoction	Column	0,21
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth HN-13.362	Andu	Le	Decoction	Fever	0,21
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. HN-13.544	Pau-d'óleo	Le	Decoction	Hoarseness, coryza, belly ache	0,49

<i>Dioclea violacea</i> Mart. ex Benth. HN-13.510	Mucunã	Sw	Ingest the stem water	Ulcer	0,21
<i>Hymenaea courbaril</i> L. HN-13.579	Jatobá	Ba, Sb, Fr, Fp	Decoction or soak in water, syrup, purê fruit flour or with honey	Cough, influenza, bronchitis, vitamin supplement, depression, nerves	0,83
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. Ex	Pau-ferro	Ba	Soak in water	Knock, general pain, back pain	0,42

Table 1 List of medicinal plants indicated by residents of Baixa do Maracujá, in Crato state of Ceará, Northeast of Brazil (Continuation).

Family and species	Popular name	Part used	Forms of use	Therapeutic indications	RI
Tul.) L. P. Queiroz HN-13.543					
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild.) Poir. HN-13.640	Jurema-preta	Ba	Decoction	Rheumatism	0,21
<i>Senegalia tucumanensis</i> (Griseb.) Seigler & Ebinger HN-13.747	Unha-de-gato	Ba	Decoction	Inflammation	0,21
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart. HN-13.580	Barbatimão	Ba, Sb	Soak in water, powder bark, decoction	General pain, cicatrizing, gastritis, ulcer, inflammation, vaginal infection, sexually transmitted disease, belly ache, diarrhea, skin disease, postpartum bath, burn, cancer, hemorrhoid	2,0
<i>Stylosanthes</i> sp. HN-13.578	Arroz-chocho	Ro	Decoction	Swelling	0,21
<i>Tamarindus indica</i> L. HN-13.548	Tamarindo	Le	Decoction	Urinary infection, kidneys	0,28
Lamiaceae					
<i>Mentha arvensis</i> L. HN- 13.922	Hortelã vick	Le	Syrup	Cough	0,21
<i>Mentha piperita</i> NC	Hortelã	Le	Infusion, para thrombosis puts the leaves of sauce in German brandy, inhalation	Headache, belly ache fever, cough, influenza, thrombosis, suffusion	1,18
<i>Ocimum basilicum</i> L. HN-13.552	Manjerição	Le	Bath, maceration, inhalation	Skin disease, earache, influenza	0,63
<i>Ocimum gratissimum</i> L. HN-13.512	Alfavaca	Le	Decoction bath	Itchiness, rash, fever	0,84

<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng. HN-13.479	Malva-do-reino	Le	Syrup	Cough, influenza, expectorant, asthma	0,41
<i>Plectranthus barbatus</i> Andr. HN-13.363	Malva-sete-dores	Le	Decoction, masticate the leaves	General pain, Belly ache, intestinal problems, indigestion	0,55

Table 1 List of medicinal plants indicated by residents of Baixa do Maracujá, in Crato state of Ceará, Northeast of Brazil (Continuation).

Family and species	Popular name	Part used	Forms of use	Therapeutic indications	RI
<i>Rhaphiodon echinus</i> Shauer HN-13.547	Bentônica	Ro	Decoction	Swelling, cough, influenza	0,63
<i>Rosmarinus officinalis</i> L. HN-13.550	Alecrim	Le	Infusion	Belly ache, cough, stroke	0,63
Lauraceae					
<i>Persea americana</i> Mill. HN-13.581	Abacate	Le	Decoction	Kidney problems	0,21
Lythraceae					
<i>Punica granatum</i> L. HN-13.743	Romã	Fp	Soak in water	Sore throat	0,21
Malvaceae					
<i>Gossypium hirsutum</i> L. HN-13.589	Algodão	Le, Ro, Se	Macerates and adds warm water	Inflammation, menstrual cramps, furuncle	0,63
<i>Pavonia cancellata</i> (L.) Cav. HN-13.514	Chave-de-cu	Ro	Decoction	Belly ache, diarrhea	0,28
---- HN-13.511	Malva-branca	Ro	Soak in water, decoction, syrup	Cough, influenza, tuberculosis, tune the blood, birth tooth	0,76
Malpighiaceae					
<i>Janusia</i> sp. HN-13.590	Salsa	Le	Toasted leaf powder	Injury	0,21
Meliaceae					
<i>Cedrela fissilis</i> Vell. HN-13.642	Cedro	Ba	Decoction	Indigestion	0,21
Myrtaceae					
<i>Eugenia uniflora</i> L. HN-13.591	Pitanga	Ba, Le	Soak in water, bottled, decoction	Inflammation, belly ache, worm, diabetes	0,84
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill. HN-13.516	Eucalipto	Fo	Bath, decoction, inhalation	Fever, influenza, tiredness, body ache, headache, inflammation	0,84

<i>Myrciaria strigipes</i> O.Berg HN-13.549	Cambuí	Le	Decoction	Diarrhea	0,21
--	--------	----	-----------	----------	------

Table 1 List of medicinal plants indicated by residents of Baixa do Maracujá, in Crato state of Ceará, Northeast of Brazil (Continuation).

Family and species	Popular name	Part used	Forms of use	Therapeutic indications	RI
---- HN-13.592	Araçá	Le	Decoction	High blood pressure	0,21
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels HN-13.519	Oliveira	Le, Se	Decoction, roasted and ground seed	Diabetes	0,21
Olacaceae					
<i>Ximenia americana</i> L. HN-13.746	Ameixa	Ba	Soak in water, decoction	Inflammation, genitourinary infection, injury, skin disease, gastritis	1,05
Plantaginaceae					
<i>Scoparia dulcis</i> L. HN-13.594	Vassourinha	Ro	Syrup	Cough, measles	0,42
Poaceae					
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf. NC	Capim-santo	Le	Decoction	Prevention of stroke, high blood pressure, belly ache	0,49
<i>Saccharum officinarum</i> L. HN-13.629	Cana-de- açúcar	Le	Decoction	High blood pressure	0,21
Polygalaceae					
---- HN-13.595	Pau-gemada	Ro, Rb	Root hit with water or with egg, root of sauce in water	Cholesterol, heartburn, rheumatism, gastritis, ulcer	0,76
Proteaceae					
<i>Roupala montana</i> Aubl. HN-13.749	Congonha	Le	Soak in water, decoction	Diabetes, osteoarthritis, back pain	0,49
Rubiaceae					
<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K.Schum. NC	Quina-quina	Ca	Soak in water	Influenza	0,21
<i>Genipa americana</i> L. HN-13.452	Jenipapo	Ba	Put bark shavings on the injury or broken bone	Broken bone	0,21
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schtdl.) K.Schum. HN-13.630	Jenipapinho	Ba	Put bark shavings on the injury	Broken bone, knock, injury	0,34
Rutaceae					

Table 1 List of medicinal plants indicated by residents of Baixa do Maracujá, in Crato state of Ceará, Northeast of Brazil (Continuation).

Family and species	Popular name	Part used	Forms of use	Therapeutic indications	RI
<i>Citrus x aurantium</i> L. HN-13.921	Laranja	Le	Decoction	Soothing, belly ache, diarrhea, stomach ache, indigestion	0,62
<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck HN-13.634	Limão	Fr	Syrup	Cough, influenza	0,28
<i>Ruta graveolens</i> L. NC Smilacaceae	Arruda	Le	Maceration	Headache and earache	0,42
<i>Smilax japicanga</i> Griseb. NC Sapotaceae	Japicanga	Ra	Syrup	Infection, tune the blood	0,42
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T. D.Penn. HN-13.727 Turneraceae	Quixaba	Ba	Soak in water, bottled	Knock, general pain, diabetes, high blood pressure, inflammation, injury, vaginal, infection, gastritis	1,39
<i>Turnera ulmifolia</i> HN-13. 596 Urticaceae	Chanana	Ro, Le	Decoction, seat bath	Diarrhea, belly ache, inflammation	0,49
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul HN-13.637 Verbenaceae	Toré	Le	Decoction	Kidney problems	0,21
<i>Lantana camara</i> L. HN-13.597	Chumbinho	Fl	Decoction	Influenza	0,21
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E.Br. ex P. Wilson HN-13.598 Violaceae	Cidreira	Le	Decoction	Indigestion, belly ache, high blood pressure, Prevention of cerebral vascular accident, soothing, lack of appetite	0,83
---- HN-13.551 Xanthorrhoeaceae	Papaconha	Ro	Decoction, syrup	Fever, cough, influenza, expectorant, birth tooth, worm	0,97
<i>Aloe vera</i> L. HN-13.641	Babosa	Lm	Leaf mucilage mixed with water or honey	Worm, diarrhea, inflammation, gastritis, hemorrhoid, cancer	1,18

Table 1 List of medicinal plants indicated by residents of Baixa do Maracujá, in Crato state of Ceará, Northeast of Brazil (Conclusion).

Zingiberaceae

Alpinia zerumbet (Pers.)
B.L.Burt & R.M.Sm.
HN-13.924

Colônia

Le

Decoction

High blood pressure

0,21

Table 1 List of medicinal plants indicated by residents of Baixa do Maracujá, in Crato state of Ceará, Northeast of Brazil (Continue).

Legend: RI: Relative Importance; HN: Herbarium Number; NC: non collected; Ba: Bark; Fi: fiber (bark fiber); Fl: flower; Fp: fruit peel; Fr: fruit; La: latex; Le: Leaves; Lm: leaf mucilage; Oi: oil; Rb: root bark; Ro: root; Sb: stem bark; Se: seed; Sw: stem water; Vi: vine;

Caryocar coriaceum Wittm. (“pequi”), *Aloe vera* (L.) Burm. f., (“babosa”) and *Mentha* sp., (hortelã) presented RI values of 1.18, being indicated for seven symptoms and encompassing 5 body systems.

Caryocar coriaceum Wittm., “pequi”, has been primarily indicated to treat inflammation and influenza. The oil, obtained from the fruit, is used for the preparation of syrups and for massages, while the flower is mainly used for the preparation of teas. In tests using the “pequi” oil or leaf extracts, the following activities were observed: anti-inflammatory, leishmanicidal, antioxidant and antibiotic modulator, significant anticonvulsant, gastroprotective and cardioprotective activity (FIGUEIREDO *et al.* 2016; LACERDA-NETO *et al.* 2017a; LACERDA-NETO *et al.* 2017b; OLIVEIRA *et al.* 2015; OLIVEIRA *et al.* 2017; SARAIVA *et al.* 2011; TOMIOTTO-PELLISSIER *et al.* 2018).

Aloe vera (L.) Burm. f., “babosa”, has been indicated for the treatment of gastritis, diarrhea and worms, among others. The most commonly used part is the leaf mucilage, beaten with water or honey, where Battisti *et al.* (2013) obtained similar indications. “Babosa” was also indicated as an anti-parasitic by an indigenous community in Bahia (SANTOS-LIMA *et al.* 2016). The anti-inflammatory and cicatrizing activity of “babosa” was identified in *in vivo* and *in vitro* tests (FREITAS *et al.* 2014).

For *Mentha piperita*, “hortelã”, its main indications were for the treatment of fever, flu and headache. In a study in the northeastern semi-arid region, a species from the same genus was reported as the most versatile (RI=2.0), presenting the same therapeutic indications seen in the present study, with its form of use differing, it also being prepared by infusion (RIBEIRO *et al.* 2014b; RODRIGUES; ANDRADE, 2014). In another study its activity against fungi and plant bacteria was also reported (BAYAN; KÜSEK, 2018).

Ximenia americana L. (1.05), “ameixa”, was indicated for five symptoms, belonging to five body systems. The main symptoms were inflammations, infections and wounds. The most commonly used part was the bark, soaked in water or by decoction, with Silva *et al.* (2015) also reporting similar properties. In other tests, the plum presented antimicrobial and anti-inflammatory activity, also being seen to aid the cicatrization process and reduce

chronic inflammation (COSTA *et al.* 2010; LEAL *et al.* 2016; NETO-JUNIOR *et al.* 2017; SILVA-LEITE *et al.* 2017).

The IUCN Red List of Threatened Species (IUCN, 2019) and the Red List provided by the National Center for Flora Conservation (CNCFlora, 2013) were consulted to verify the conservation status of the species. 21 species were found in the international list, of which 18, such as *H. drasticus* and *X. Americana*, are in the least concern (LC) category. *C. coriaceum* is categorized as endangered (EN). *Cedrela fissilis* and *Gossypium hirsutum* appear in the vulnerable (VU) category. Meanwhile, 11 species were found in the national list, of which eight species are in the PP category, 1 in VU and 2 in near threatened (NT). In this list *C. coriaceum* is in the LC category, *C. fissilis* appears again in VU, and *Bowdichia virgilioides* and *Smilax japicanga* are in NT. In a study addressing medicinal wood species with conservation priorities carried out in a Cerrado area close to this research, species availability and conservation priority scores were evaluated. The aforementioned study found that *H. drasticus*, *X. americana* and *C. coriaceum* are in category 1 conservation priority in that area, indicating that these species need more attention and conservation measurement applicabilities (RIBEIRO *et al.* 2017).

3.3 Informant Consensus

Sixty-one therapeutic uses, grouped into 13 body system categories, were indicated for the medicinal plants by the community (Table 2). All the categories presented informant consensus, ranging from 0.125 to 0.82. None of the categories reached the maximum value and seven presented a value ≥ 0.50 . Lemos and Araújo (2015) recorded nine body system categories in common with the present study in a Cerrado area in Pauí, with similar values ranging from 0 to 0.80. In another study, a variation from 0 to 1 and a greater number of categories was recorded in a Cerrado area in Minas Gerais (ALVES; POVH, 2013).

The body system category presenting the greatest Informant Consensus Factor (ICF) was neoplasm (N) (0.82). Four species were cited by most informants to treat a single disease in this category, with *Aloe vera* L., *Stryphnodendron rotundifolium* Mart., *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel and *Hancornia speciosa* Gomes being indicated for the treatment of cancer. These results contrast with Lemos and Araújo (2015), who did not obtain consensus in this category. However, Macêdo *et al.* (2015) also recorded a high ICF (0.77), with the *H. drasticus* and *H. speciosa* species also being reported.

Category and therapeutic use:	Number of usage citations	Number of plant species	ICF
N: Cancer.	18	4	0,82
RSD: Cough, influenza, hoarseness, sore throat, asthma, tuberculosis, bronchitis.	111	29	0,75

IPOCEC: Injury, snake bite, burn, hangover symptoms, knock, broken bone.	51	16	0,70
SSUCF: Fever, general inflammation, general pain.	82	29	0,65
DSD: Belly ache, gastritis, ulcer, indigestion, diarrhea, toothache, stomach ache.	70	31	0,57
CSD: cerebral vascular accident, high blood pressure, swelling, hemorrhoids, thrombosis, suffusion, blood circulation, thinning and cleaning the blood.	33	17	0,50
GSD: kidney problems, kidney stones menstrual cramps, vaginal infection, sexually transmitted disease, menstrual regulation, uterus inflammation, urinary infection.	27	14	0,50
NSD: headache, soothing,, depression.	10	6	0,44
SD: itchiness, rash, furuncles, general skin disease.	11	7	0,40
IPD: worm, measles, infection.	9	6	0,25
BHD: anemia, controls the blood, blood problems.	5	4	0,25
ENMD: Diabetes, vitamin deficiency, thyroid, cholesterol.	14	11	0,23
MCTD: back pain, rheumatism, osteoarthritis, herniated disc	9	8	0,125

Table 2 Categories of body systems and informant consensus factor (ICF)

Legend: **N:** Neoplasm; **RSD:** respiratory system diseases; **IPOCEC:** Injury, poisoning and other consequences of external causes; **SSUCF:** Signs, symptoms, or undefined clinical findings; **DSD:** digestive system disease; **CSD:** circulatory system disease; **GSD:** genitourinary system diseases; **NSD:** nervous system disease; **SD:** Skin disease; **IPD:** infectious and parasitic diseases; **BHD:** blood or hematopoietic diseases **ENMD:** Endocrine, nutritional and metabolic diseases; **MCTD:** musculoskeletal and connective tissue diseases.

The second highest ICF was obtained for the respiratory diseases category (RSD) (0.75). In this category 29 species were registered for 111 usage citations. In Macêdo *et al.* (2015), this category also presented the greatest number of usage citations. *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. (18) was the species with the most indications, followed by *Hymenaea courbaril* L. (11) and *Caryocar coriaceum* Wittm. (10). *P. amboinicus* leaves are used in the preparation of syrups; *H. courbaril* bark and stem bark are used for the preparation of teas, syrups or by soaking in water; *C. coriaceum* oil and flowers are used in the preparation of syrups and teas. Studies in other Cerrado areas also reported this category with a large number of species and citations, with ICF ranging from 0.69 to 0.70

(ALVES; POVH, 2013; LEMOS; ARAÚJO, 2015).

Injury, poisoning or other consequences of external causes (IPOCEC) obtained an ICF of 0.70, for which 16 species with 51 usage citations were reported, where wounds were the main form of injury, for which *S. rotundifolium* was the most cited species to expedite the healing process. A cicatrizing action was also the most cited indication for this system in other studies in the semiarid such as in Almeida-Neto *et al.* (2015), which, however, presented a lower consensus factor (0.48), while Cartaxo *et al.* (2010) reported an ICF of 0.80. Snake bites, which had *Annona coriacea* Mart. as the main indicated species, are another complication of this body system, this also being reported in Macêdo *et al.* (2015) and Macêdo *et al.* (2016).

The category Signs, symptoms, or undefined clinical findings (SSUCF) include: fever, general inflammation and pain. This category obtained an ICF of 0.65, with 29 species being cited for 82 indications. Inflammation was the symptom with the highest number of indications and *S. rotundifolium* was the most cited species for this system, also being the most cited species for this system in other studies (RODRIGUES; ANDRADE, 2014). Ribeiro *et al.* (2014b), identified many species in a Caatinga area in common with the present study and obtained an ICF of 0.70 for this system, classified as undefined conditions or pain. A much lower ICF (0.30) was recorded (SOUZA *et al.* 2014) in a carrasco area close to the study area of the present research.

The digestive system disorder (DSD) (0.57), circulatory system disorder (CSD) (0.50) and genitourinary system disorder (GSD) (0.50) categories, presented values close to each other. Lemos and Araújo (2015) also recorded these systems in the same order, however, the ICF values were: 0.66, 0.63 and 0.44, respectively. DSD stood out the most obtaining 70 usage indications and 29 species, with gastritis, ulcer and stomachache being the most cited symptoms. *Himatanthus drasticus* was the species with the most indications for this system, where its gastroprotective activity has been verified in several studies (COLARES *et al.* 2008; LEITE *et al.* 2009; PINHEIRO *et al.* 2013).

According to the World Health Organization (WHO, 2017), cardiovascular disease is the leading cause of death in the world, with hypertension as a major risk factor. For the TSC category, the hypertension symptom stands out, with the latex from *H. speciosa* being indicated for its treatment. In tests using the *H. speciosa* leaf extract, a high antihypertensive and cardioprotective effect was observed at low doses (SILVA *et al.* 2012).

For the GSD category, kidney problems and stones, vaginal infections and uterine inflammation obtained the most citations. *Cecropia pachystachia* was the most cited plant for kidney problems.

The categories presenting the lowest consensus were: nervous system disorder (NSD) (0.44), skin disorders (SD) (0.40), infectious or parasitic diseases (IPD) (0.25), blood or hematopoietic disorders (BHD) (0.25), endocrine, nutritional and metabolic disorders (ENMD) (0.23) and musculoskeletal and connective tissue disorders (MCTD) (0.125).

3.4 Collective Subject Discourse

Upon realizing an abundance of ethnobotanical studies lack a Collective Subject Discourse analysis - CSD, two questions were selected to be analyzed with respect to the ethnobotanical knowledge present in the community, according to the technique proposed by Lefevre and Lefevre (2005). The first question: Is there a specific period for collection? Four response categories were recorded for this question (Figure 2).

The corresponding response “There is no specific period, collect when you need it.” to the Category A CSD question obtained the most answers, showing that most individuals collect the plants whenever they need it, without worrying about the period or collection time. Such actions may be detrimental to the plant, as well as to the efficacy of the home remedy, since the collection period may affect the chemical composition of the samples (NOUDJOU *et al.* 2007).

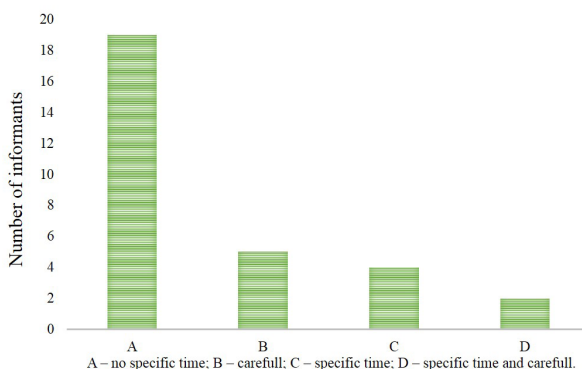


Figure 2 Graphic of the collective subject discourse categories.

The following was obtained For Category B CSD: “When I need it, I’ll pick it up, but you have to be careful. The bark is around the whole year, anytime you need it you can collect it, however, you have to be careful not to kill it. There were many of these in the bushes and people did not care, they took a bagfull to sell, then the IBAMA came in because people peeled everything and the plant died. Now you do not peel too much to avoid killing it, only take what is needed, you only need a few, however, you cannot get to the plant core or the plant dies”. In this discourse, a concern for bark collection is registered for some members, this being the second most used part, since bark extraction is a more aggressive methodology which may result in plant death (ALMEIDA; ALBUQUERQUE, 2002). This discourse shows the community is becoming aware of the need to conserve resources and shows the important role environmental agencies play in resource inspections in protected areas. Pedrosa *et al.* (2012), believe that conservative actions and socioeconomic changes

in the semi-arid populations influence the conservation status of a species.

Category C CSD refers to the specific time of day for collection: “We take mostly during the morning when the weather is cold, or in the evening when the temperature decreases, so the plant does not suffer as much. It is not good to take it when it is in the sun. Milk from “janaguba” and “mangaba” is best collected in the morning and when the moon is full. These have three collection periods and rest periods between them. From December to February, you cannot collect these because it is its gestation period, it begins to bloom and bear fruit, if collected during that period, they will be harmed and will not seed enough.”. In this discourse, members find it better to collect during cooler times, where the preference for these schedules may be due to the most commonly used part in preparations being the leaf, which is where volatile constituents evaporate from at room temperature (FERREIRA *et al.* 2016; SANTOS *et al.* 2004). The concern of traditional populations with latex collection is considered fundamental for the elaboration of sustainable management strategies (BALDAUF; SANTOS, 2013).

For Category D the following CSD was recorded: “It is better to take it during the morning, no one bothers a plant when it is hot because it hurts them too much. To remove the “janaguba” milk, you scrape between the bark and the stem bark. You have to be affectionate with them, if you are going to take the branch, pull it hard and break it, you will destroy the plant. You have to be careful, unless it is the case you have to pull it all out because you need the root.”. In this discourse a concern with the collection period is again noted, however, this is accompanied with a necessary care during the collection, in addition to addressing latex collection management, which is of great importance in species conservation, since collection may impact the species ecologically, depending on the amount of bark that is removed and the interval between the collections (BALDAUF; SANTOS, 2013).

The second question addressed was: With whom did you learn to use medicinal plants? For this question only one category was recorded, since the answers were uniform. The CSD was as follows: “I was born and raised here, thus I have the knowledge, I learned from my elders, they teach various types of remedies. From my grandparents this was passed on to my parents, from my parents to me. I learned from my grandmothers and my mother. The older people did not have a pharmacy’s prescription. My mother cured us at home, and she would teach us, I raised my children without ever taking them to the hospital and I’m getting the knowledge through to them”.

Thus, it is evident the elders are the guardians of this practice and are responsible for knowledge propagation, with this passage occurring directly by parents passing knowledge onto their children, which as highlighted by Cristo Miranda (2012), this communication occurs not only by the act of speaking, but also through social practices, this being the main form of popular knowledge transmission in communities. According to Torres-Aviles *et al.* (2014), scientists have assumed that older people are more knowledgeable than

younger people since they have interacted with people and natural resources more often. In a survey carried out in a quilombola community where Sousa *et al.* (2017) also analysed the collective subject discourse, the authors also recorded that elders are responsible for passing knowledge to younger generations (SOUSA *et al.* 2017).

4 | CONCLUSION

In this study a considerable number of native species were registered and the community demonstrated a good level of knowledge and applicability of the local medicinal flora to their needs. Despite the presence of primary healthcare, residents still resort to natural resources as the first treatment option. The applicability of the medicinal flora is evident given the variety of usage forms for the cited species, these being directly associated with the plant part and therapeutic indication, in order to best extract the benefits of the plants. This knowledge proves to be of matriarchal origin since women were the majority of respondents, with the grandmother and mother figures being verified in the CSD as the knowledge holders and as being responsible for communicating knowledge onto the next generations, a fact which perhaps may be a result of the caring roles that have been attributed to females throughout the history of humanity.

In terms of species versatility, ten species were considered the most versatile in the community according to the relative importance index, with *Stryphnodendron rotundifolium* obtaining the highest RI compared to the other species. *S. rotundifolium* has also been highlighted in other communities and many of its therapeutic indications have been proven in bioprospecting and ethnopharmacology research. In the case of *Xylopia sericea*, a disagreement among the community regarding a therapeutic indication was observed, indicating the need for research addressing the activity of the species.

As for consensus, all categories obtained agreement of use among the informants, showing knowledge transmission between community members exists, especially in the neoplasia and respiratory system disorder categories which presented the highest ICF.

In terms of collection of the most cited species, the bark, the root and the latex are removed for its use, which can interfere with its conservation if sustainable approaches are not used, where this is already observed in the community for some species. Moreover, developing strategies aimed at the conservation of other species are also necessary, thus avoiding an imbalance in populations. Additionally, some species appeared on the endangered species lists, and thus the local conservation status needs to be further investigated through research.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the community members who participated in the research for their availability and valuable contribution to this study and friends, Rosiele, Kyhara, Natália and

Victor for their support with collections. In addition to the Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) for funding the research and the Universidade Regional do Cariri (URCA) for their support.

REFERENCES

- AGUIAR, L. C. G. G.; BARROS, R. F. M. **Medicinal plants cultivated in homegardens of rural communities in the domain of Cerrado in Piauí (Demerval Lobão Municipality, Piauí State, Brazil)**. *Rev Bras Plantas Med* 14: 419-434, 2012.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. **Traditional botanical knowledge and conservation in an area of caatinga in Pernambuco state, Northeast Brazil**. *Acta Bot Bras* 16: 273-285, 2002.
- ALBUQUERQUE, U. P.; LUCENA, R. F. P.; ALENCAR, N. L. Methods and techniques for collecting ethnobiological data. In: ALBUQUERQUE UP ET AL. (Eds.) **Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecological research**. Recife, PE, NUPPEA, p. 34-64, 2010.
- ALENCAR-FILHO, J. M.; ARAÚJO, L. D. C.; OLIVEIRA, A. P.; GUIMARÃES, A. L.; PACHECO, A. G.; SILVA, F. S.; CAVALCANTI, L. S.; LUCCHESI, A. M.; ALMEIDA, J. R. G. S.; ARAÚJO, E. C. D. C. **Chemical composition and antibacterial activity of essential oil from leaves of *Croton heliotropifolius* in different seasons of the year**. *Braz J Pharmacog* 27: 440-444, 2017.
- ALMEIDA, S. C. X. D.; MONTEIRO, A. B.; COSTA, G. M. D.; VIANA, G. S. D. B. ***Himatanthus drasticus*: a chemical and pharmacological review of this medicinal species, commonly found in the Brazilian Northeastern region**. *Braz J Pharmacog* 27: 788-793, 2017.
- ALMEIDA-NETO, J. R.; BARROS, R. F. M.; SILVA, P. R. R. **Uso de plantas medicinais em comunidades rurais da Serra do Passa-Tempo, estado do Piauí, Nordeste do Brasil**. *R Bras Bioci* 13: 165-175, 2015.
- ALVES, G. S. P.; POVH, J. A. **Estudo etnobotânico de plantas medicinais na comunidade de Santa Rita, Ituiutaba – MG**. *Biot* 26: 231-242, 2013.
- AMOROZO, M. C. M.; VIERTLER, R. B. The qualitative approach in the collection and analysis of data in ethnobiology and ethnoecology, In: ALBUQUERQUE UP ET AL. (Eds.) **Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecological research**. Recife, PE, NUPPEA, p. 65-82, 2010.
- ARAÚJO-NETO, V.; BOMFIM, R. R.; OLIVEIRA, V. O.; PASSOS, A. M.; OLIVEIRA, J. P.; LIMA, C. A.; MENDES, S.S.; ESTEVAM, C. S.; THOMAZZI, S. M. **Therapeutic benefits of *Sideroxylon obtusifolium* (Humb. ex Roem. & Schult.) TD Penn., Sapotaceae, in experimental models of pain and inflammation**. *Braz J Pharmacog* 20: 933-938, 2010.
- BAPTISTEL, A. C.; COUTINHO, J. M. C. P.; LINS-NETO, E. M. F.; MONTEIRO, J. M. **Medicinal plants used in the Community Santo Antônio, city of Currais, Southern Piauí, Brazil: an ethnobotanical approach**. *Rev Bras Plantas Med* 16: 406-425, 2014.
- BALDAUF, C.; SANTOS, F. A. M. **Ethnobotany, traditional knowledge, and diachronic changes in non-timber forest products management: a case study of *Himatanthus drasticus* (Apocynaceae) in the Brazilian Savanna**. *Econ Bot* 67: 110-120, 2013.

BATTISTI, C.; GARLET, T. M. B.; ESSI, L.; HORBACH, R. K.; ANDRADE, A.; BADKE, M. R. **Plantas medicinais utilizadas no município de Palmeira das Missões, RS, Brasil.** R Bras Bioci 11: 338-348, 2013.

BAYAN, Y.; KÜSEK, M. **Chemical Composition and Antifungal and Antibacterial Activity of *Mentha spicata* L. Volatile Oil.** Cien Investig Agrar 45: 64-69, 2018.

BAILEY, K. **Methods of social research.** The Free Press, New York, USA, 588 p. 1994.

BENNET, B. C.; PRANCE, G. T. **Introduced plants in the indigenous pharmacopoeia of Northern South America.** Econ Bot 54: 90-102, 2000.

BRASIL. Ministry of the Environment (MMA). National Register of Conservation Units (CNUC). **Parametrized Report – Conservation Units.** 2011. Available in: <<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=8>> Access in: 08-08-2017, 08:17.

BRASIL. Ministry of Environment, Water Resources and Legal Amazon. **First national report for the Convention on Biological Diversity:** Brazil. Brasília. 1998.

CAMARGO, F. F.; SOUZA, T. R.; COSTA, R. B. **Etnoecologia e etnobotânica em ambientes de Cerrado no Estado de Mato Grosso.** Interações (Campo Grande), 15: 353-360, 2014.

CARTAXO, S. L.; SOUZA, M. M. A.; ALBUQUERQUE, U. P. **Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil.** J Ethnopharmacol 131: 326-342, 2010.

CNCFlora. **Livro vermelho da flora do Brasil.** Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, n. 1 320 p. 2013.

COAN, C. M.; MATIAS, T. **A utilização das plantas medicinais pela comunidade indígena de Ventarra alta - RS.** SaBios: Rev Saúde Biol 8: 11-19, 2013.

COLARES, A. V.; CORDEIRO, L. N.; COSTA, J. G. M.; CARDOSO, A. H.; CAMPOS, A. R. **Efeito Gastroprotetor do latex de *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (Janaguba).** Infarma 20: 34-36, 2008.

COSTA, E. M. M. B.; BARBOSA, A. S.; ARRUDA, T. A.; OLIVEIRA, P. T.; DAMETTO, F. R.; CARVALHO, R. A.; MELO, M. D. **In vitro study of the antimicrobial action of plant extracts against *Enterococcus faecalis*.** J Bras Patol Med Lab 46: 175-180, 2010.

COSTA, J. G. M. D.; LEITE, G. D. O.; DUBOIS, A. F.; SEEGER, R. L.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L.; CAMPOS, A. R.; ROCHA, J. B. T. **Antioxidant effect of *Stryphnodendron rotundifolium* Martius extracts from Cariri-Ceará state (Brazil): Potential involvement in its therapeutic use.** Molecules, 17: 934-950, 2012.

CREPALDI, C. G.; CAMPOS, J. L. A.; ALBUQUERQUE, U. P.; SALES, M. F. **Richness and ethnobotany of the family Euphorbiaceae in a tropical semiarid landscape of Northeastern Brazil.** S Afr J Bot 102: 157-165, 2016.

CRISTO-MIRANDA, E. F. M. **Oralidade em uma comunidade amazônica: comunicação, cultura e contemporaneidade. Dissertação de Mestrado em Comunicação, Cultura e Amazônia.** Universidade Federal do Pará. 86 p. 2012.

FAGUNDES, N. C. A.; OLIVEIRA, G. L.; SOUZA, B. G. D. **Etnobotânica de plantas medicinais utilizadas no distrito de Vista Alegre, Claro dos Poções – Minas Gerais.** Rev Fitos 11: 62-80, 2017.

FERREIRA, G. K. S.; NASCIMENTO, L. D.; MARGALHO, J. F.; ANDRADE, E. H. A. **Evaluation of the circadian rhythm in the yield and chemical composition of the essential oil of the leaves of *Piper divaricatum* G. Mey.** In: 56° Brazilian Congress of Chemistry, Belém – Pará, 2016. <<http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/7/9553-22434.html>> Acess in: 11-12-2018.

FIGUEIREDO, F. J.; LIMA, V. L. A. G. **Antioxidant activity of anthocyanins from quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium*) fruits.** Rev Bras Plantas Med 17: 473-479, 2015.

FIGUEIREDO, P. R. L.; OLIVEIRA, I. B.; NETO, J. B. S.; OLIVEIRA, J. A.; RIBEIRO, L. B.; VIANA, G. S. B.; ... COUTINHO, H. D. M. ***Caryocar coriaceum* Wittm. (Pequi) fixed oil presents hypolipemic and anti-inflammatory effects in vivo and in vitro.** J Ethnopharmacol 191: 87-94, 2016.

FLORA DO BRASIL 2020 in construction. Botanical Garden of Rio de Janeiro. Available in: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>> Acess in: 11-05-2019.

FRANÇA, W. C. S. C.; SOUZA, A. C. R. L. A.; CORDEIRO, J. A.; CURY, P. M. **Analysis of the action of *Himatanthus drasticus* in progression of urethane-induced lung cancer in mice.** Einstein (São Paulo), 9: 350-353, 2011.

FREITAS, V. S.; RODRIGUES, R. A. F.; GASPI, F. O. G. **Pharmacological activities of *Aloe vera* (L.) Burm. f.** Rev Bras Plantas Med 16: 299-307, 2014.

GUIDO, L. F. E.; DIAS, I. R.; FERREIRA, G. L.; MIRANDA, A. B. **Environmental education and culture: connecting media and popular knowledge about plants.** Trab Educ Saúde 11: 129-144, 2013.

IBGE – Brazilian Institute of Geography and Statistics. **IBGE Cities Panorama of the Municipality of Crato.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/crato/panorama>>. Acesso em: 10-08-17.

IPECE – Institute of Research and Economic Strategy of Ceará. **Basic Municipal Profile – Crato.** 2015.

IUCN 2019. **The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2.** <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 20 July 2019.

LACERDA-NETO, L. J.; RAMOS, A. G. B.; KERNTOPF, M. R.; COUTINHO, H. D. M.; QUINTANS-JUNIOR, L. J.; ALMEIDA, J. R. G. S.; RIBEIRO-FILHO, J. MENEZES, I. R. A. **Modulation of antibiotic activity by the hydroalcoholic extract from leaves of *Caryocar coriaceum* WITTM.** Nat Prod Res 32: 477-480, 2017a.

LACERDA-NETO, L. J.; RAMOS, A. G. B.; SALES, V. S.; SOUZA, S. D. G.; SANTOS, A. T. L.; OLIVEIRA, L. R.; ... WANDERLEY, A. G. **Gastroprotective and ulcer healing effects of hydroethanolic extract of leaves of *Caryocar coriaceum*: Mechanisms involved in the**

gastroprotective activity. Chem Biol Interact 261: 56-62, 2017b.

LEAL, S. S.; UCHÔA, V. T.; FIGUERÊDO-SILVA, J.; SOARES, R. B.; MOTA, D. M.; ALENCAR, R. C. D.; MAIA-FILHO, A. L. M.; SANT'ANA, A. E. G.; BELTRAME-JUNIOR, M. **Phonophoresis effectiveness with *Ximenia americana* L. in rats tendon inflammation.** Rev Bras Med Esporte 22: 355-360, 2016.

LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A. M. C. **Discourse of the collective subject: a new focus in qualitative research.** 2^a ed. Caxias do Sul: EDUCS. 2005.

LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A. M. **Discourse of the collective subject: social representations and communicative interventions.** Texto contexto - enferm 23: 502-507, 2014.

LEITE, G. O.; PENHA, A. R. S.; SILVA, G. Q.; COLARES, A. V.; RODRIGUES, F. F. G.; COSTA, J. G. M.; CARDOSO, A. L. H.; CAMPOS, A. R. **Gastroprotective effect of medicinal plants from Chapada do Araripe.** Brasil. J. Young Pharm. 1: 54-56, 2009.

LEITE, N. S.; LIMA, A. P.; ARAÚJO-NETO, V.; ESTEVAM, C. S.; PANTALEÃO, S. M.; CAMARGO, E. A.; FERNANDES, R. P. M.; COSTA, S. K. P.; MUSCARÁ, M. N.; THOMAZZI, S. M. **Avaliação das atividades cicatrizantes, anti-inflamatória tópica e antioxidante do extrato etanólico da *Sideroxylon obtusifolium* (Quixabeira).** Rev Bras Plantas Med 17: 164-170, 2015.

LEMO, J. R.; ARAÚJO, J. L. **Estudo etnobotânico sobre plantas medicinais na comunidade de Curral Velho, Luís Correia, Piauí, Brasil.** Biot 28: 125-136, 2015.

LIMA, I. L. P.; SCARIOT, A.; MEDEIROS, M. B.; SERVILHA, A. C.; **Diversity and use of Cerrado plants in the community of Geraizeiros in the northern state of Minas Gerais, Brazil.** Acta Bot Bras 26: 675-684, 2012.

LIMA-NETO, G. A.; KAFFASHI, S.; LUIZ, W. T.; FERREIRA, W. R.; SILVA, Y. S. A. D.; PAZIN, G. V.; VIOLANTE, I. M. P. **Quantification of secondary metabolites and evaluation of the antimicrobial and antioxidant activity of selected plants from the Cerrado of Mato Grosso.** Rev Bras Plantas Med 17: 1069-1077, 2015.

MACÊDO, D. G.; MENEZES, I. R.; LACERDA, S. R.; SILVA, M. A.; RIBEIRO, D. A.; MACÊDO, M. S.; ... SANTOS, M. O. **Versatility and consensus of the use of medicinal plants in an area of Cerrado in the Chapada do Araripe, Barbalha-CE-Brazil.** J Med Plants Res, 10: 505-514, 2016.

MACÊDO, D. G.; RIBEIRO, D. A.; COUTINHO, H. D. M.; MENEZES, I. R. A.; SOUZA, M. M. A. **Traditional therapeutic practices: use and knowledge of Cerrado plants in the state of Pernambuco (Northeastern Brazil).** B Latinoam Caribe PL Journal 14: 491-508, 2015.

MACEDO, J. G. F.; MENEZES, I. R. A.; RIBEIRO, D. A.; SANTOS, M. O.; MACÊDO, D. G.; MACÊDO, M. J. F.; ALMEIDA, B. V.; OLIVEIRA, L. G. S.; LEITE, C. P.; SOUZA, M. M. A. **Analysis of the Variability of Therapeutic Indications of Medicinal Species in the Northeast of Brazil: Comparative Study.** Evid Based Complement Alternat Med 2018: 1-28, 2018.

MACÊDO, M.; FERREIRA, A. R. **Hypoglycemic plants used by traditional communities in the Upper Paraguay Basin and Guaporé Valley, Mato Grosso-Brazil.** J ethnopharmacol 14: 45-47, 2004.

MENDES, R. D. F. **Investigation of the chemical and pharmacological potential of *Xylopia sericea* A. St.-Hil. (Annonaceae).** *Dissertation (Dissertation in Pharmaceutical Sciences)* – UFJF, Juiz de Fora, 96p. 2014.

MENDES, R. D. F.; PINTO, N. D. C.; SILVA, J. M.; SILVA, J. B.; HERMISDORF, R. C. D. S.; FABRI, R. L.; SCIO, E. **The essential oil from the fruits of the Brazilian spice *Xylopia sericea* A. St.-Hil. Presents expressive in-vitro antibacterial and antioxidant activity.** *J Pharm Pharmacol* 69: 341-348, 2017.

MORAES, I. B.; KARSTEN, J. CASALI, M. P. M. **Uso de plantas medicinais em regiões de Cerrado.** *Revista das Ciências da Saúde do Oeste Baiano – Higia* 1: 34-55, 2016.

MORAES-REGO, R.; AUGUSTO, C.; ROCHA, A. E.; OLIVEIRA, C. A.; PACHECO, F. P. F. **Ethnobotanical survey in a traditional community of the Pedra Suada settlement, in the municipality of Cachoeira Grande, Maranhão, Brazil.** *AcAg* 65: 284-291, 2016.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de Manejo do Herbário Fanerogêmico.** Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, BA. 106p. 1989.

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. **Vegetation, phytocological regions and landscape diversity in Ceará state, northeastern Brazil.** *Rodriguésia* 66: 717-743, 2015.

NETO-JUNIOR, J. C. S.; ESTEVÃO, L. R. M.; BARATELLA-EVÊNCIO, L.; VIEIRA, M. G. F.; SIMÕES, R. S.; FLORENCIO-SILVA, R.; EVÊNCIO-LUZ, L.; EVÊNCIO-NETO, J. **Mast cell concentration and skin wound contraction in rats treated with *Ximenia americana* L.** *Acta Cir Bras* 32: 148-156, 2017.

NOUDJOU, F.; KOUNINKI, H.; NGAMO, L. S.; MAPONMESTSEM, P. M.; NGASSOUM, M.; HANCE, T.; LOGNAY, G. C. **Effect of site location and collecting period on the chemical composition of *Hyptis spicigera* Lam. An insecticidal essential oil from North-Cameroon.** *J Essent Oil Res* 19: 597-601, 2007.

OLIVEIRA, C. C.; OLIVEIRA, C. V.; GRIGOLETTO, J.; RIBEIRO, L. R.; FUNCK, V. R.; MEIER, L. OLIVEIRA, M. S. **Anticonvulsant activity of *Caryocar coriaceum* Wittm. fixed pulp oil against pentylenetetrazol-induced seizures.** *Neurol Res* 39: 667-674, 2017.

OLIVEIRA, D. R. D.; JÚNIOR, F.; SOARES, W.; BITU, V. D. C. N.; PINHEIRO, P. G.; MENEZES, C. D. A.; FACHINETTO, R. **Ethnopharmacological study of *Stryphnodendron rotundifolium* in two communities in the semi-arid region of northeastern Brazil.** *Braz J Pharmacog* 24: 124-132, 2014.

OLIVEIRA, D. R.; BRITO-JUNIOR, F. E.; BENTO, E. B.; MATIAS, E. F.; SOUSA, A. C. A.; COSTA, J. G.; MENEZES, I. R. **Antibacterial and modulatory effect of *Stryphnodendron rotundifolium*.** *Pharm Biol* 49: 1265-1270, 2011.

OLIVEIRA, F. C. S.; BARROS, R. F. M.; MOITA-NETO, J. M. **Medicinal plants used in rural communities from Oeiras Municipality, in the semi-arid region of Piauí State (PI), Brazil.** *Rev Bras Plantas Med* 12: 282-301, 2010.

OLIVEIRA, F. F. B.; ARAÚJO, J. C. B.; PEREIRA, A. F.; BRITO, G. A. C.; GONDIM, D. V.; RIBEIRO, R. A.; VALE, M. L. **Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Caryocar coriaceum* Wittm fruit pulp fixed ethyl acetate extract on zymosan-induced arthritis in rats.** *J Ethnopharmacol* 174: 452-

OLIVEIRA-JUNIOR, S. R. D.; CONCEIÇÃO, G. M. Espécies vegetais nativas do cerrado utilizas como medicinais pela comunidade Brejinho, Caxias, Maranhão, Brasil. Cadernos de Geociências 7: 140-148, 2010.

PEDROSA, K. M.; GOMES, D. S.; LUCENA, C. M.; PEREIRA, D. D.; SILVINO, G. S.; LUCENA, R. F. P. **Local use and availability of *Sideroxylon obtusifolium* (ROEM. & SCHULT.) T.D. PENN. (quixabeira) in three regions of the sertaneja depression of Paraíba, northeastern Brazil.** Biofar, special volume, 158-183, 2012.

PINHEIRO, R. S. P.; MARQUES, L. M.; FREITAS, L. B. N.; LUZ, P. B.; FIGUEIREDO, I. S. T.; MATOS, M. SOUSA, T.; RANGEL, G.; RAMOS, M. V.; ALENCAR, N. M. N. **Gastroprotective effects of latex from *Himatanthus drasticus* in models of acute gastric lesion.** The FASEB Journal 27: 1168-6, 2013.

RIBEIRO, D. A.; MACÊDO, D. G.; OLIVEIRA, L. G. S.; SARAIVA, M. E.; OLIVEIRA, S. F.; SOUZA, M. M. A.; MENEZES, I. R. A. Therapeutic potential and use of medicinal plants in an area of the Caatinga in the state of Ceará, northeastern Brazil. Rev Bras Plantas Med 16: 912-930, 2014b.

RIBEIRO, D. A.; OLIVEIRA, L. G. S.; MACEDO, D. G.; MENEZES, I. R. A.; COSTA, J. G. M.; SILVA, M. A. P.; LACERDA, S. R.; SOUZA, M. M. A. **Promising medicinal plants for bioprospection in a Cerrado area of Chapada do Araripe, Northeastern Brazil.** J Ethnopharmacol 155: 1522-1533, 2014a.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Phytophysiognomies of the Cerrado biome.** In: **Cerrado: ecology and flora.** Embrapa Cerrados. 1998.

RIBEIRO, D. A.; MACEDO, D. G.; OLIVEIRA, L. G. S.; SANTOS, M. O.; ALMEIDA, B. V.; MACEDO, J. G. F.; MACEDO, M. J. F.; SOUZA, R. K. D.; ARAÚJO, T. M. S.; SOUZA, M. M. A. **Conservation priorities for medicinal woody species in a cerrado area in the Chapada do Araripe, northeastern Brazil.** Environ Dev Sustain 21: 61-77, 2017.

RIBEIRO, T. P.; SOUSA, T. R.; ARRUDA, A. S.; PEIXOTO, N.; GONÇALVES, P. J.; ALMEIDA, L. M. Evaluation of cytotoxicity and genotoxicity of *Hancornia speciosa* latex in *Allium cepa* root model. Braz J Biol 76: 245-249, 2016.

RODRIGUES, A. P.; ANDRADE, L. H. C. Ethnobotanical survey of medicinal plants used by the community of Inhamã, Pernambuco, Northeast of Brazil. Rev Bras Plantas Med 16: 721-730, 2014.

RODRIGUES, F. F. G.; CABRAL, B. S.; COUTINHO, H. D. M.; CARDOSO, A. L. H.; CAMPOS, A. R.; COSTA, J. G. M. Antulcer and antimicrobial activities of *Stryphnodendron rotundifolium* Mart. Phcog Mag 4: 193-196, 2008.

RODRIGUES, V. E. G.; CARVALHO, D. A. Florística de plantas medicinais nativas de remanescentes de floresta estacional semidecidual na região do Alto Rio Grande - Minas Gerais. Cerne, 14: 93-112, 2008.

ROQUE, A. A.; ROCHA, R. M.; LOIOLA, M. I. B. Use and diversity of medicinal plants from Caatinga in the rural community of Laginhas, Caicó Municipality, Rio Grande do Norte State (Northeast of Brazil). Rev Bras Plantas Med 12: 31-42, 2010.

SANTOS, A. S.; ALVES, S. D. M.; FIGUEIREDO, F. J. C.; ROCHA-NETO, O. G. **Description of the system and methods of extraction of essential oils and determination of biomass moisture in the laboratory.** Embrapa Amazônia Oriental-Technical Communication (INFOTECA-E). 6p. 2004.

SANTOS, A. B. N.; ARAÚJO, M. P.; SOUSA, R. S.; LEMOS, J. R. **Medicinal plants known in the urban zone of Cajueiro da Praia, Piauí, Northeast of Brazil.** *Rev Bras Plantas Med* 18: 442-50, 2016.

SANTOS, M. O.; RIBEIRO, D. A.; MACÊDO, D. G.; MACEDO, M. J. F.; MACEDO, J. G. F.; LACERDA, M. N. S.; MACEDO, M. S.; SOUZA, M. M. A. **Medicinal Plants: versatility and concordance of use in the caatinga area, Northeastern Brazil.** *An Acad Bras Cienc* 90: 2767-2779, 2018.

SANTOS-LIMA, T. M.; SANTOS, D. R.; SOUZA, R. M.; BASTOS, N. G.; SANTOS, M. A. V. D.; NUNES, E. S.; LIMA, A. G. D.; **Medicinal plants with antiparasitic action: traditional knowledge of the Kantaruré ethnic group, Baixa das Pedras village, Bahia, Brazil.** *Rev Bras Plantas Med* 18: 240-247, 2016.

SARAIVA, R. A.; ARARUNA, M. K.; OLIVEIRA, R. C.; MENEZES, K. D.; LEITE, G. O.; KERNTOPF, M. R.; MENEZES, I. R. **Topical anti-inflammatory effect of *Caryocar coriaceum* Wittm. (*Caryocaraceae*) fruit pulp fixed oil on mice ear edema induced by different irritant agents.** *J Ethnopharmacol* 136: 504-510, 2011.

SARAIVA, M. E.; ULISSES, A. V. R. A.; RIBEIRO, D. A.; OLIVEIRA, L. G. S.; MACÊDO, D. G.; SOUSA, F. D. F. S.; MENEZES, I. R. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SOUZA, M. M. A. **Plant species as a therapeutic resource in areas of the savanna in the state of Pernambuco, Northeast Brazil.** *J Ethnopharmacol* 171: 141-153, 2015.

SILVA, C. G.; MARINHO, M. G. V.; LUCENA, M. F. A.; COSTA, J. G. M. **Ethnobotanical survey of medicinal plants in the Caatinga area in the community of Sitio Nazaré, Milagres, Ceará, Brazil.** *Rev Bras Plantas Med* 17: 133-142, 2015.

SILVA, G. C.; BRAGA, F. C.; CAPETTINI, L. S. A.; LEMOS, V. S.; CORTES, S. F. **Antihypertensive and vascular protective effects of subchronic treatment with a standardized fraction of *Hancornia speciosa* Gomes.** In: International Congress on Natural Products Research. New York. *Planta Med* New York: Thieme, 78, p. 53, 2012.

SILVA, M. A. B. D.; MELO, L. V. L.; RIBEIRO, R. V.; SOUZA, J. P. M. D.; LIMA, J. C. S.; MARTINS, D. T. D. O.; SILVA, R. M. D. **Levantamento etnobotânico de plantas utilizadas como anti-hiperlipidêmicas e anorexígenas pela população de Nova Xavantina-MT, Brasil.** *Braz J Pharmacol* 20: 549-562, 2010.

SILVA-LEITE, K. E.; ASSREUY, A. M.; MENDONÇA, L. F.; DAMASCENO, L. E.; QUEIROZ, M. G.; MOURÃO, P. A.; PEREIRA, M. G. **Polysaccharide rich fractions from barks of *Ximenia americana* inhibit peripheral inflammatory nociception in mice: Antinociceptive effect of *Ximenia americana* polysaccharide rich fractions.** *Braz J Pharmacol* 27: 339-345, 2017.

SOARES, F. P.; FRAGA, A. F.; NEVES, J. P. O.; ROMERO, N. R.; BANDEIRA, M. A. M. **Ethnopharmacological and ethnobotanical study of *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel (janaguba).** *Rev Bras Plantas Med* 17: 900-908, 2015.

SOUSA, E. L. D.; GRANGEIRO, A. R. S.; BASTOS, I. V. G. A.; RODRIGUES, G. C. R.; ANJOS, F. B. R. D.; SOUZA, I. A. D.; SOUSA, C. E. L. D. **Antitumor activity of leaves of *Himatanthus drasticus* (Mart.) Plumel-Apocynaceae (Janaguba) in the treatment of Sarcoma 180 tumor.** *Braz J Pharm Sci* 46: 199-203, 2010.

SOUSA, G. M.; FERNANDES, G. P.; KERNTOPF, M. R.; BARBOSA, R.; LEMOS, I. C. S.; ALVES, D. A.; OLIVEIRA, D. R. **Ethnobotanical study of Arruda quilombo community in the State of Ceará, Brazil.** *J Med Plants Res* 11: 232-238, 2017.

SOUSA-JÚNIOR, J. R.; COLLEVATI, R. G.; LINS-NETO, E. M. F.; PERONI, N.; ALBUQUERQUE, U. P. **Traditional management affects the phenotypic diversity of fruits with economic and cultural importance in the Brazilian Savanna.** *Agrofor Syst* 92: 11-21, 2018.

SOUZA, L. F.; DIAS, R. F.; GUILHERME, F. A. G.; COELHO, C. P. **Plantas medicinais referenciadas por raizeiros no município de Jataí, estado de Goiás.** *Rev Bras Plantas Med* 18: 451-461, 2016.

SOUZA, R. K. D.; SILVA, M. A. P.; MENEZES, I. R. A.; RIBEIRO, D. A.; BEZERRA, L. R.; SOUZA, M. M. A. **Ethnopharmacology of medicinal plants of Carrasco, northeastern Brazil.** *J Ethnopharmacol* 157: 99-104, 2014.

TOMIOTTO-PELLISSIER, F.; ALVES, D. R.; MIRANDA-SAPLA, M. M.; MORAIS, S. M.; ASSOLINI, J. P.; BORTOLETI, B. T. S.; YAMAUCHI, L. M. ***Caryocar coriaceum* extracts exert leishmanicidal effect acting in promastigote forms by apoptosis-like mechanism and intracellular amastigotes by Nrf2/HO-1/ferritin dependent response and iron depletion: Leishmanicidal effect of *Caryocar coriaceum* leaf extracts.** *Biomed Pharmacother* 98: 662-672, 2018.

TORRES-AVILEZ, W.; NASCIMENTO, A.; CAMPOS, L.; SILVA, F.; ALBUQUERQUE, U. P. Gênero e idade. In: ALBUQUERQUE UP ET AL. (Eds.) **Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecological research.** Recife, PE, NUPPEA, p. 163-167, 2014.

Tropicos.org. 2019. **Missouri Botanical Garden.** Available in: <<http://tropicos.org/Home.aspx>> Acess in: 11-05-2019

TROTTER, R.; LOGAN, M. Informant consensus: a new approach for identifying potentially effective medicinal plants. In: ETKIN, N. L. (Ed.), **Indigenous medicine and diet: biobehavioural approaches.** Redgrave Bedford Hills, New York, p. 91-111, 1986.

VIEIRA, L. S.; SOUSA, R. S.; LEMOS, J. R. **Medicinal plants known by local experts from a rural community in Maranhão.** *Rev Bras Plantas Med* 17: 1061-1068, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, **Cardiovascular Diseases**, 2017. Available at: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5253:doencas-cardiovasculares&Itemid=839> Acess in: 01 dez 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO, **International Classification of Diseases**, 2018. Available at: <<https://icd.who.int/browse11/l-m/en>> Acess in: 12 nov 2018.

ETNOECOLOGIA: TRANSVERSALIDADE PARA A CONSERVAÇÃO DE ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Elaine Sílvia Dutra

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Laboratório de Biodiversidade do Cerrado
(LABIC)
Nova Xavantina, MT, Brasil
ORCID.org/000-0002-3717-5918

Naiane Arantes Silva

Universidade Federal do Paraná
Curitiba, PR, Brasil
ORCID.org/0000-0002-9844-099X

Júlio Miguel Alvarenga

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Laboratório de Biodiversidade do Cerrado
(LABIC)
Nova Xavantina, MT, Brasil
ORCID.org/0000-0003-2276-3810

Bruno Araújo de Souza

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Laboratório de Biodiversidade do Cerrado
(LABIC)
Nova Xavantina, MT, Brasil
ORCID.org/0000-0003-4989-3068

RESUMO: Etnoecologia é a ciência que busca compreender a natureza a partir da percepção dos seres humanos. O conhecimento ecológico tradicional favorece a conservação da biodiversidade das áreas naturais protegidas. Assim, este estudo evidenciou a transversalidade entre a Etnoecologia e a Educação Ambiental

em Unidades de Conservação. Neste contexto, a estratégia de conservação está relacionada ao manejo adequado dos recursos naturais, possibilitando o fornecimento de benefícios educacionais, recreacionais e econômicos para a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: Etnoconservação; Unidades de Conservação; Saberes tradicionais; Percepção ambiental.

ETHNOECOLOGY: TRANSVERSALITY FOR THE CONSERVATION OF PROTECTED NATURAL AREAS

ABSTRACT: Ethnoecology is a science that seeks to understand nature from the perception of human beings. Traditional ecological knowledge favors the conservation of biodiversity in protected natural areas. Thus, this study analyzed the transversality between Ethnoecology and Environmental Education in Conservation Units. In this context, the conservation strategy is available to proper management natural resources, enabling the provision of educational, recreational and economic benefits to society.

KEYWORDS: Ethnoconservation; Conservation units; Traditional knowledge; Environmental perception.

1 | INTRODUÇÃO

A Etnoecologia é norteada pela relação humana com a ecossfera, compreendendo comportamentos, conhecimentos e crenças sobre a natureza, com ênfase na diversidade biocultural. Seu enfoque é a integração entre

o conhecimento ecológico tradicional e o conhecimento ecológico científico (MARQUES, 2001). Estes saberes tradicionais são dinâmicos, sendo gradualmente influenciados pelas mudanças no ambiente, contribuindo, de maneira significativa, para o intercâmbio de informações. Em atividades de educação ambiental, realizadas em áreas naturais, a troca destes conhecimentos dinamizam a sensibilização para a conservação dos recursos naturais (DUTRA et al., 2019).

A Educação Ambiental em áreas naturais protegidas, como as Unidades de Conservação (UCs), possibilita trabalhar a percepção ambiental dos visitantes conectando culturas e saberes. Frente ao crescente desenvolvimento econômico local e regional, a educação para o ambiente possibilita a continuidade da transmissão dos conhecimentos ecológicos locais que são repassados através das gerações. Neste sentido, este estudo objetiva evidenciar a relevância da transversalidade entre a Etnoecologia e a Educação Ambiental para a conservação da biodiversidade de áreas naturais protegidas.

21 ETNOCONHECIMENTO E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

Os estudos etnoecológicos são contextualizados por meio da análise das interações entre os seres humanos e o ambiente natural, avaliando as relações entre as populações locais e a natureza (CAMARGO et al., 2014). Neste contexto, a Etnoecologia avalia a percepção ambiental de comunidades tradicionais considerando seus aspectos culturais, históricos, políticos e econômicos (NAZAREA, 2003). Ao estudarmos e pesquisarmos estratégias para a conservação da biodiversidade dos habitats naturais, devemos considerar essa interação entre o homem e a natureza. Devido às dinâmicas socioeconômicas e ecológicas evoluírem constantemente essa análise é muito complexa. Por outro lado, o meio ambiente é manejado por mãos humanas, mesmo com o advento de técnicas modernas e globalização da economia.

Atualmente as áreas naturais estão sujeitas não apenas a mudanças nas práticas de manejo, mas também ao forte impacto da fragmentação florestal. De forma global, essas mudanças estão se espalhando espontaneamente para espaços ricos em biodiversidade (CROSNIER, 2006). A visão de conservação da natureza está relacionada ao manejo de áreas naturais e de seus recursos, objetivando potencializar os benefícios estéticos, educacionais, recreacionais e econômicos para a sociedade como um todo (REDCLIFT & WOODGATE, 1994).

No Brasil, as áreas naturais protegidas, como as Unidades de Conservação, estão entre as principais estratégias de conservação da diversidade biológica (NEIMAN & PATRICIO, 2010; BEIROZ, 2015). Estas áreas foram delimitadas para minimizar a perda da biodiversidade, sendo refúgios para espécies nativas do bioma no qual estejam inseridas.

31 EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS

As Unidades de Conservação (UC's) são áreas naturais protegidas por leis e administradas de forma a garantir a conservação de sua biodiversidade e dos recursos naturais locais, conforme a legislação ambiental (Lei 9985/2000). Estas unidades podem ser de proteção integral ou de uso sustentável, e garantem às populações tradicionais o acesso racional aos recursos naturais, e às comunidades do entorno destas unidades, a realização de atividades econômicas sustentáveis (BRASIL, 2000).

O envolvimento da comunidade na conservação dessas áreas, pode proporcionar uma melhor compreensão das questões ambientais em toda sua complexidade, respeitando a pluralidade e diversidade cultural. Ao considerar os diferentes saberes e fazeres, conseqüentemente ocorre o fortalecimento das ações individuais e coletivas na gestão dos recursos naturais (QUINTAS, 2006). Existe um desafio constante em equilibrar as atividades ambientais com as atividades econômicas, mas é necessário harmonizar esta relação para que o desenvolvimento socioeconômico ocorra no sentido de melhorar a qualidade de vida da população por meio do uso racional dos recursos naturais (FONSECA, 2009; BORTOLON & MENDES, 2014).

Neste aspecto, a Educação Ambiental (EA) nas UC's está pautada nas ações voltadas para a comunidade escolar em geral, no contexto da Gestão Pública da biodiversidade (BRASIL, 2005). As atividades de EA devem valorizar o conhecimento prévio dos alunos e promover o desenvolvimento da visão crítica dos mesmos em relação à conservação da natureza (BORTOLON & MENDES, 2014). Ao compreender que os seres humanos são parte integrante da natureza, e ao mesmo tempo são detentores de conhecimentos e valores socialmente produzidos ao longo do processo histórico, o cidadão percebe que é o responsável direto pelas mudanças na dinâmica do ambiente (QUINTAS, 2006).

Neste contexto, a Etnoecologia traz contribuições importantes para as questões que envolvem populações locais e recursos naturais. O embasamento teórico e metodológico, desta área de conhecimento, permite a compreensão dos sistemas de percepção, cognição e classificação do ambiente natural das pessoas (TOLEDO, 1992). A Etnoecologia também estabelece uma conexão direta entre o conhecimento construído localmente e o acadêmico-científico, permitindo o resgate e a valorização de saberes que tendem a desaparecer (HANAZAKI, 2006). Portanto, os estudos etnoecológicos e suas implicações políticas, sociais e éticas, possibilitam aumentar a representatividade das comunidades tradicionais nos processos de tomada de decisões formais, em relação aos recursos essenciais para sua subsistência.

A transversalidade entre a Etnoecologia e a Educação Ambiental abrange temáticas ético-político-sociais, conectadas para a sensibilização da sociedade, no contexto de que o meio natural e o meio social são indissociáveis. Ações educativas que incorporem essa transversalidade dinamizam a percepção para a etnoconservação do ambiente ampliando

a formação cultural e científica dos visitantes das UC's, potenciais multiplicadores de conhecimento.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que a conservação da biodiversidade das UC's seja efetiva é preciso que a relação seres humanos e natureza seja equilibrada. O monitoramento desta relação é necessário para reduzir ou mitigar os impactos nessas áreas. Interações entre a sociedade e o ambiente natural, por meio do turismo ecológico e de atividades educativas em áreas naturais protegidas podem ser subsidiadas por projetos de conservação. A adoção de estratégias que influenciem na percepção ambiental das pessoas sobre a importância das UC's podem incluí-las na gestão participativa e no manejo destas ao longo do tempo.

Deste modo, a transversalidade entre a Etnoecologia e a Educação Ambiental nessas áreas naturais contribui com a sensibilização para a conservação. O conhecimento ecológico associado à prática educativa podem melhorar o apoio da população local sobre as estratégias de conservação das UC's ampliando a sua participação neste processo.

REFERÊNCIAS

BEIROZ, H. 2015. Zonas de amortecimento de Unidades de Conservação em ambientes urbanos sob a ótica territorial: reflexões, demandas e desafios. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.35, p. 275-286.

BORTOLON, B.; MENDES, M. S. S. A Importância da Educação Ambiental para o Alcance da Sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**. Itajaí, Centro de Ciências Sociais e Jurídicas da UNIVALI. v. 5, n.1, p. 118-136, 2014. Disponível em: www.univali.br/ricc - ISSN 2236-5044.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidade de Conservação – SNUC**, Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul.2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Educação. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. Brasília: MMA e MEC, 2005. 3ª Ed. 102p.

CAMARGO, F.F.; SOUZA, T.R.; COSTA, R.B. Etnoecologia e etnobotânica em ambientes de Cerrado no Estado de Mato Grosso. **Interações**, v. 15, n. 2, p. 353-360, 2014.

CROSNIER, C. Biodiversity and relevance of local practices in the Cévennes Biosphere Reserve. **Internacional Social Science Journal**, v. 58, Issue 187, p.151-160. 2006.

DUTRA, E.S.; SILVA, N.A.; ALVARENGA, J.M.; FERRARI, T.B. Abordagem etnoecológica em uma Unidade de Conservação no Cerrado de Mato Grosso. **Anais do I Simpósio do Centro – Oeste de Etnobiologia e Etnoecologia: Povos Tradicionais do Cerrado e Sustentabilidade**. Goiânia – GO. Disponível em: <https://etnobiologico.wixsite.com/simposio2019>. 2019.

FONSECA, V. M. **A educação ambiental na escola pública: interlaçando saberes, unificando conteúdos**. São Paulo: Biblioteca 24 horas, 187p. 2009.

HANAZAKI, N. Etnoecologia e Etnobiologia e as interfaces entre o conhecimento científico e o conhecimento local. **Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC** - Florianópolis, SC. 2006. Disponível em http://www.sbpnet.org.br/livro/58ra/submenu_anais_anais.html. Acesso em 10/08/2019.

MARQUES, J.G. **Pescando pescadores: ciência e etnociência em uma perspectiva ecológica**. 2. ed. NUPAUB, USP, São Paulo, Brasil. 2001. 258p.

NAZAREA, V. **Ethnoecology: situated knowledge/located lives**. University of Arizona Press, Tucson. 2003. 299p.

NEIMAN, Z. & PATRICIO, R.F. Ecoturismo e Conservação dos Recursos Naturais. p.84-104. *In*: Zysman Neiman e Andréa Rabinovici (Orgs.): **Turismo e Meio Ambiente no Brasil**. Barueri, SP: Manole, 2010. 332p.

QUINTAS, J.S. **Introdução à gestão ambiental pública**. 2ª ed. Brasília: Ibama, 2006.134p.

REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. Sociology and the environment discordant discourse, *In*: REDCLIFT M & BENTON T. (ed.). **Social Theory and the Global Environment**. Londres: Routledge, p. 51-66. 1994.

TOLEDO, V.M. What is ethnoecology?: origins, scope and implications of a rising discipline. **Ethnoecologica**, v.1, p. 5-21. 1992.

DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAIS OCASIONADOS POR LIXEIRAS VICIADAS NA CIDADE DE MANAUS - AM

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Klinger Amazonas da Silva Albuquerque

Faculdade Estácio Do Amazonas
Manaus

<http://lattes.cnpq.br/7985858818372717>

Leandro da Silva Lima

Faculdade Estácio Do Amazonas
Manaus – Amazonas

<http://lattes.cnpq.br/5330885755945300>

Ronildo Oliveira Figueiredo

Faculdade Estácio do Amazonas
Manaus – Amazonas

<http://lattes.cnpq.br/9635193468045522>

Bruno da Costa Silva

Faculdade Estácio do Amazonas
Manaus – Amazonas

<http://lattes.cnpq.br/8637412549243178>

RESUMO: Os problemas relacionados aos resíduos sólidos, na atualidade, estão associados ao aumento na geração e destinação final adequada de lixos. Neste contexto é possível encontrar pelas ruas da cidade de Manaus, as lixeiras viciadas que são formadas por resíduos domésticos despejados de forma irregular. Diante disso o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre desequilíbrios ambientais ocasionados por lixeiras viciadas na cidade de Manaus – Am. Foram levantados dados bibliográficos do

período entre 1987 a 2018 nas bases estão artigos científico e informações do site da prefeitura de Manaus. Para a busca do material foram utilizadas palavras-chave "Desequilíbrios ambientais", "Lixeiras viciadas" e "Resíduos sólidos" e as equivalentes em inglês "Environmental Imbalances" e "Solid Wastes". Foram selecionados 58 artigos, depois da leitura dos resumos, foram descartados alguns artigos e prevaleceram os que abordavam os assuntos relacionados a resíduos sólidos, desequilíbrios ambientais e lixeiras viciadas. Totalizando 37 artigos que referiam ao tema escolhido. Os artigos estão selecionados e agrupados em 3 categorias: A) Saneamentos básicos e a saúde pública; B) Impactos do crescimento urbano e as consequências de gerações resíduos sólidos no meio ambiente; C) A importância da comunidade nos processos de combate as lixeiras viciadas. As análises literárias mostram que o aumento dos resíduos sólidos é influenciado pelo crescimento populacional e pela falta de saneamento básico, os resíduos são aglomerados formando lixeiras viciadas nas ruas, causando impactos no meio ambiente e afetando à saúde do ser humano. Tendo em vista que o ser humano é responsável pelo desequilíbrio ambiental, a solução viável seria uma educação ambiental, com ajuda do governo a comunidade tem um papel fundamental que é preservar o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida de todos.

PALAVRAS - CHAVE: Resíduos Sólidos, Lixeira Viciadas, Desequilíbrio Ambiental, Descarte Irregular e Degradação do Meio Ambiente

ENVIRONMENTAL IMBALANCES CAUSED BY ADDICTED DUMPS IN THE CITY OF MANAUS - AM

ABSTRACT: The problems related to solid waste nowadays are associated with the increase in the generation and adequate final destination of waste. In this context, it is possible to find on the streets of the city of Manaus, the addicted garbage dumps that are formed by domestic waste disposed of in an irregular way. Therefore, this study aimed to review the literature on environmental imbalances caused by addicted garbage dumps in the city of Manaus - Am. Bibliographic data from 1987 to 2018 were collected in the bases are scientific articles and information from the site of the City of Manaus. The keywords “Environmental Imbalances”, “Addicted Garbage Dumps” and “Solid Wastes” and the English equivalents “Environmental Imbalances” and “Solid Wastes” were used to search the material. After reading the abstracts, 58 articles were selected, some were discarded and those dealing with issues related to solid waste, environmental imbalances and addicted garbage cans prevailed. Altogether 37 articles referred to the chosen theme. The articles are selected and grouped into 3 categories: a) basic sanitation and public health; b) impacts of urban growth and the consequences of generations of solid waste on the environment; c) the importance of the community in the processes of combating addicted dumps. Literary analyses show that the increase in solid waste is influenced by population growth and lack of basic sanitation; the waste is agglomerated forming addicted garbage dumps in the streets, causing impacts on the environment and affecting human health. Since the human being is responsible for the environmental imbalance, the viable solution would be an environmental education, with the help of the government the community has a fundamental role which is to preserve the environment and improve the quality of life for all.

KEYWORDS: Solid Residues. Addicted Trash. Environmental Imbalance. Irregular Disposal. Garbage and Environmental Degradation.

INTRODUÇÃO

A problemática do lixo causada pelas lixeiras viciadas nas ruas é consequência do crescimento populacional e do consumo desenfreado, gerando desequilíbrios ambientais. O crescimento urbano desenfreado e o crescimento da geração de resíduos sólidos na cidade de Manaus, têm ocasionado consequências negativas ao meio ambiente, os impactos interferem em recursos hídricos e na cadeia alimentar de diversas espécies (COSTA, 2012).

A ausência de fiscalização permite que as famílias, com poucas condições financeiras ocupem as áreas entorno dos igarapés, além disso, está ocupação irregular tem como consequência o aumento da geração de lixeiras viciadas, que é um dos grandes fatores que vêm contribuindo para o desequilíbrio ambiental e proliferação de doenças endêmicas na população (HOGAN, 1999).

A poluição ambiental é o resultado de atividades humanas (antropogênica) de qualquer tipo ou ação capaz de provocar danos e alterar características dos elementos naturais do meio ambiente, ou seja, suas propriedades físicas, químicas e biológicas

(CADERONI, 2003).

O despejo de resíduos sólidos indiscriminadamente nos recursos hídricos como forma de destino final, pode provocar assoreamento, crescimento da turbidez e variação gradativa da temperatura, causando impactos no ciclo vital de várias espécies. A poluição das águas afeta a biodiversidades, fato que é percebido devido à grande presença de coliformes fecais nas análises de água realizadas em laboratórios. A poluição também se mostra presente pela detecção de resíduos que desencadeiam modificações consideráveis, além de alterar diretamente a qualidade de vida do homem e dos seres que habitam o meio aquático, que precisam retirar o seu alimento do corpo d'água, afetando assim a cadeia alimentar (LIMA, 1995).

A emissão de partículas gasosa na atmosfera, resultados oriundos de diferentes atividades humana, muitas das vezes relacionada à incineração de lixeiras que produzem substâncias que contribuir para efeito nocivo à saúde do homem e ao meio ambiente, podendo afirmar que as mesmas são causadoras de poluição atmosférica (MORGADO E FERREIRA, 2015).

Secretaria Municipal de Limpeza Urbana (Semulsp), em conjunto com a Prefeitura de Manaus, vem intensificando e elaborando projetos de política de limpeza pública em lugares de difícil acesso, como parte dessas ações é conscientizar a comunidade sobre o descarte irregular de resíduos sólidos, a sensibilização é feita através de instalação de placas de sinalização onde é fixado um texto positivo e implantada uma lixeira comunitária no local de descarte irregular (PREFEITURA DE MANAUS, 2016).

Os fatores que levaram para escolha do tema a ser estudado foram os desequilíbrios ambientais ocasionados por lixeiras viciadas na cidade de Manaus -Am. Onde está relacionado que o crescimento urbano e o aumento da geração de resíduos sólidos, juntamente com a má distribuição de coletores de lixo espalhados pela cidade de Manaus, acabam transformando-se em lixeiras viciadas, devido à ausência de caminhões coletores de lixo e o local ser de difícil acesso em diferentes bairros da cidade de Manaus.

Nesse contexto o objetivo do trabalho é listar os desequilíbrios ambientais ocasionados por lixeiras viciadas e o descarte irregular de resíduos sólidos na cidade de Manaus.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica, na qual foram realizadas consultas em artigos científicos publicado em períodos indexados, selecionados através de buscas no banco de dados da Scielo, Scholarpedia, Academia.edu, Google Acadêmico. Serão consultados trabalhos acadêmicos como teses, e dissertações disponibilizadas em sites de outras faculdades na internet que abordam os mesmos temas.

Este tipo de pesquisa tem como finalidade colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto ou problema.

(MARCONI & LAKATOS, 2007).

Para a busca do material serão utilizados como palavras-chave: Desequilíbrios ambientais, Lixeiras viciadas, Resíduos sólidos; bem como a associação entre estas palavras.

No que diz respeito aos aspectos éticos, a pesquisadora respeitou a autoria das fontes pesquisadas, referenciando os autores citados no texto e nas referências bibliográficas conforme a lei vigente que rege os direitos autorais no país (BRASIL, 1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Impacto do Crescimento Urbano e as Consequências de Gerações Resíduos Sólidos no Meio Ambiente

As consequências negativas no meio ambiente estão ligadas ao crescimento populacional e a economia, uma vez que os resíduos produzidos estão direcionados ao estilo de vida de cada cidadão. Muitos desses resíduos por não terem um tratamento adequado vão parar na rua e degradando o meio ambiente (AMORIM, 2010).

O termo lixo não é adequado para definir os descartes diários das empresas, residências domésticas e outros órgãos. O hábito de pronunciar o termo lixo, emprega-se a ideia de algo que é imprestável ou descartável, por outro lado estaria esquecendo outras possibilidades de destinação final dos resíduos sólidos (SEBRAE/MS, 2012). Com base em dados de 2017, o aterro sanitário de Manaus, identificou-se que é produzida em média no período de um ano cerca de 892.270 toneladas de resíduos sólidos urbanos, uma média de 2.447,3 toneladas de resíduos descartados por dia no aterro (SEMULPS, 2017).

Além disso, é possível constatar diversas ações do homem interferindo de forma negativa no meio ambiente, causando destruição de forma irreversível utilizando produtos com durabilidade de longos anos no ambiente, dessa forma os compostos e outros elementos acabam entrando na cadeia alimentar de diversas espécies de plantas, animais e atingindo assim o próprio ser humano (SOARES, 1994).

As lixeiras viciadas são problemas ambientais devido à quantidade de resíduos sólidos aglomerados em ambientes urbanos ou áreas de vegetação. A solução para desativar as lixeiras viciadas, necessita de atitudes governamentais com parceria com outros órgãos privados, incentivando a comunidade a exercer um papel importante de impedir que tais resíduos sejam descartados de forma irregular. Com o conhecimento sobre a questão dos resíduos sólidos e seus impactos no meio ambiente é uma das formas eficazes de combater o descarte irregular e assim resultar em uma melhoria na qualidade de vida do ser humano e o meio ambiente (FADINI et al., 2001).

Saneamento Básico e a Saúde Pública

O saneamento no Brasil é regulamentado pela Lei nº 11.445/2007 que estabelece o

Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Essa legislação determina diretrizes para o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais. Essa lei é dividida em quatro eixos distintos e ao mesmo tempo integradas.

Informações da Organização Mundial de Saúde (OMS) relata que o saneamento básico controla inúmeros fatores do meio físico de indivíduos que residem em ambientes urbanos e a falta de saneamento básica afeta o bem-estar da população. A (OMS) é visto como o orientador das ações de saúde pública em todo o mundo. Assim sendo, parte-se do pressuposto de que um dos fatores mais importantes e determinantes da saúde da população são as condições ambientais (BRASIL, 2006) (PORTAL SANEAMENTO BASICO, 2018). O Saneamento tem como função de realizar algumas medidas rigorosas para manter a higienização de ambientes urbanos, sem afetar à saúde mental, social e proporcionar uma qualidade de vida adequada o para população. Prevenindo-a de epidemias ou endemias vinculadas ao meio ambiente. (GUIMARÃES, CARVALHO e SILVA, 2007).

A maioria dos problemas sanitários que afetam a população está intrinsecamente relacionado com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia, um levantamento realizado pela fundação de vigilância em saúde do Amazonas (FVS-AM), que constatou 85 mil pessoas tiveram diarreia no ano de 2015, constando uma forte relação entre lixos urbanos e a saúde seja direta ou indireta. (SANTOS, SILVA, 2009).

Doenças Causadas Pelo Descarte Inadequado do Lixo e A Desigualdade Social

Segundo dados da (OMS, 2017) muitas doenças podem se proliferar devido a ausências de serviços essenciais como: destino inadequado do lixo, má qualidade da água, deposição de dejetos e ambientes poluídos são decorrências da falta de saneamento e fatores principais para proliferação de doenças.

As doenças transmitidas por vetores, tais como: baratas, ratos, e mosquitos, com maiores incidências devido à exposição a esses ambientes são: Leptospirose, Disenteria Bacteriana, Esquistossomose, Febre Tifoide, Cólera, Parasitoides, além do agravamento das epidemias tais como a Dengue (CAVINATTO,1992). Entre as causas dessas doenças destacam-se as condições inadequadas de saneamento. (GUIMARÃES, CARVALHO e SILVA, 2007). As habitações em áreas irregulares, os vazios urbanos e o rápido crescimento populacional dificultam o acesso aos serviços básico, à falta de planejamento atinge diversas camadas da população. Porém, estudos apontam que as classes de baixa renda são as mais afetadas. Dessa forma, criam-se barreiras para a implantação do saneamento básico e comprometem parte da população a conviver frente às dificuldades e desigualdades. (INSTITUTO TRATA BRASIL 2017).

Na capital amazonense, somente 10,18% do esgoto é coletado e apenas 23,80% é tratado. A maior parte do volume de esgoto de Manaus é despejada diretamente nas

galerias fluviais e é lançado nos igarapés, lagos que cortam a cidade sendo despejado sem qualquer tratamento no Rio Negro, o resultado desse processo é o aumento de cursos d'água poluídos e problemas de saúde pública. É o que aponta um estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil. O estudo é realizado com base nos dados mais recentes do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS 2017).

Para Souza (2007) o saneamento reflete diretamente na qualidade de vida das populações urbanas, sendo uma relação intrínseca, e de vital importância, pois propicia um meio ambiente sadio e ecologicamente equilibrado influenciando no bem-estar da população. “O Saneamento pode melhorar a saúde e qualidade de vida dos indivíduos e, eventualmente, melhorar o padrão de vida das comunidades e a produtividade econômica das nações” (PATERSON, MARA, CURTIS, 2007).

A limpeza pública traz privilégios para a sociedade, oferecendo melhorias na qualidade de vida, no entanto, questões relacionadas ao gerenciamento dos resíduos no território nacional tem uma melhora qualitativa do sistema como um todo (FERREIRA, ANJOS, 2001).

A importância da comunidade nos processos de combate as lixeiras viciadas

Com a falta de conscientização da população de Manaus e a ineficiência da prefeitura na coleta de resíduos sólidos e no combate ao descarte irregular de lixo têm feito com que as lixeiras viciadas se proliferem pelas vias e logradouros públicos de Manaus. O lixo coletado na cidade de Manaus é destinado ao aterro controlado da cidade, que fica localizado no Km 19 da AM-010, estrada que liga o município de Manaus ao município de Itacoatiara, este aterro sanitário municipal, onde é feito o descarte adequado, caminha para o limite máximo e só poderá receber lixo por mais 4 anos (SEMULSP, 2017).

A gestão dos resíduos sólidos é de suma importância, contudo diante do aumento da produção destes, os mesmos tornaram-se um desafio para a administração pública, sendo composta pelo processo de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos resíduos, tal gerenciamento requer um planejamento. Na cidade de Manaus o gerenciamento dos resíduos sólidos é de responsabilidade da gestão pública municipal, conforme se prevê em lei, nesta a uma secretaria responsável pelo serviço a ser prestado à população, a Secretaria Municipal de Limpeza Pública (SEMUSLP, 2017; PEREIRA E COSTA, 2016).

Para que tal problema seja resolvido, dispositivos legais (leis) e a educação ambiental devem ser empregados na comunidade. Recentemente uma lei municipal sancionada (lei nº 2.295, de 08 de janeiro de 2018) prevê que jogar lixo na rua é passível de multa. Quem for flagrado jogando lixo em vias e logradouros públicos terá que desembolsar dez Unidades Fiscais do Município (UFM's), o equivalente R\$ 1.017,8, independentemente da gravidade do ato, e dobrando a cada reincidência (CMM, 2018).

Além dos dispositivos legais inseridos recentemente, a prática da Educação Ambiental

não deixa de ser importante e deve ser frequentemente inserida nas comunidades. Nestas atividades, cada pessoa que compõe a comunidade pode assumir e adquirir o papel de membro principal do processo de ensino/aprendizagem a ser desenvolvido na análise dos problemas ambientais diagnosticados na comunidade, por meio destas atividades buscar soluções, resultados e preparar outros cidadãos como agentes transformadores do ambiente em que vivem (ROOS & BECKER, 2012).

Ações que promovam essa visão positiva da população com meio ambiente podem gerar pontos positivos tanto para o meio ambiente, quanto para a qualidade de vida da população. Em alguns bairros da cidade de Manaus a Prefeitura vem realizando alguns trabalhos comunitários que ensina a sociedade dos riscos dos resíduos descartados de formas incorretas e a importância de Jardins Comunitários no lugar de Lixeiras viciadas, tornando o ambiente mais limpo por conta da coleta e uma paisagem mais bonita por conta dos jardins comunitários. (SEMMAS, 2018).

CONCLUSÃO

Os resíduos sólidos urbanos são considerados uma ameaça à saúde da população, pelo fato de ser descartado de forma irregular podem causar acidentes e doenças graves, aos moradores que tem convívio direto com lixeiras viciadas. Além, de atrair animais vetores de doenças.

O aumento desenfreado da população na cidade de Manaus, no decorrer dos últimos anos fez com que as consequências ambientais causadas por lixeiras viciadas se proliferarem causando grandes problemas ao meio ambiente como poluição do solo, do ar, ameaça igarapés, rios e lençóis, tais impactos repercutem no ambiente e reflete na sociedade pela implicação que se dá principalmente na saúde humana.

As principais relações entre lixeiras viciadas e doenças foram o aumento da cidade sem planejamento, contribuindo para o aumento de lixo doméstico, gerando lixeiras viciadas, falta de saneamento básico, coleta seletiva e tratamento de água, favorável para a proliferação de vários vetores de doenças que afetam a saúde da população de forma negativa.

A falta de conscientização da população e a ineficiência da prefeitura na coleta de resíduos sólidos e no combate ao descarte irregular de lixo têm feito com que as lixeiras viciadas se proliferem pelas vias e logradouros públicos de Manaus.

É importante que a comunidade trabalhe em conjunto a prefeitura, adquirindo um papel de fiscalizar a comunidade, para que possa ser evitado lixo sendo descartado em lugares inapropriados proporcionando uma educação ambiental e uma sociedade agradável.

REFERÊNCIAS

Disponível em: <<http://semulsp.manaus.am.gov.br/aterro-sanitario/>> Acesso em: 1 de setembro de 2018.

AMORIM, A.P. et al. **Lixão municipal: abordagem de uma problemática ambiental na cidade de Rio Grande - RS.** Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/ojs/index.php/ambeduc/article/viewFile/888/920>>. Acesso em 24 de agosto de 2018.

BRASIL. **Ministério da Justiça. Lei nº 9610, de 19 de fevereiro de 1998:** Lei do Direito Autoral. Brasília: Diário Oficial da União, 1998

CADERONI, S **os bilhões perdidos no lixo, 4 edições São Paulo: Humanitas Editora, 2003.**

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar.** São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

CÂMARA MUNICIPAL DE MANAUS. **Novas leis garantem vagas para pessoas com deficiência e multa para quem suja as ruas.** disponível em: <<http://www.cmm.am.gov.br/novas-leis-garantem-vagas-parapessoascomdeficiencia-e-multa-para-quem-suja-as-ruas-2/>> acesso em 25 de junho de 2018.

COSTA, R. C. **Áreas de risco: processos da natureza e produção da sociedade. Revista Geonorte,** Edição Especial, v. 4, n. 4, p. 89 – 104, 2012.

FADINI, P.S.; FADINI, A.A.B. **Lixo: desafios e compromissos. Cadernos temáticos de Química Nova na Escola.** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. nº 1. maio de 2001. p. 9-18.

FERREIRA J. A., ANJOS L. A. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. Cad. Saúde Pública,** Rio de Janeiro, vol. 17, n. 3, p. 689-686, mai-jun. 2001.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico.** 2007

HOGAN, D. **A relação entre população e ambiente: desafios para a demografia.** In: TORRES, H. e COSTA, H. (orgs). População e Meio Ambiente: Debates e Desafios. ABEP/SENAC. São Paulo. 1999.

INSTITUTO TRATAR BRASIL. **RANKING DO SANEAMENTO 2015.** Disponível em :< <http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2015/>>. Acesso em abril de 2018.

LIMA, L. M. Q. **Lixo: tratamento e biorremediação.** Hermus editora Ltda, 1995. 265 p.

LOUREIRO L. N.; **Panorâmica Sobre Emissões Atmosféricas Estudo De Caso: Avaliação Do Inventário Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana Do Rio De Janeiro Para Fontes Móveis.** Tese Universidade federal do Rio de Janeiro, 2005.

MARCONI, M.A & LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisas: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados.** 6ª edição, São Paulo: Atlas, 2007.

MORGANO, T.C.; FERREIRA, O.M. **Incineração de resíduos sólidos urbanos, aproveitamento na co-geração de energia: Estudo para a região metropolitana de Goiânia**. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia. Goiânia/GO. 2005.

ROOS & BECKER. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE 2012**. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/4259/3035/>>. Acesso em: 15 abril de 2018.

SEMMAS. **Relatório de Gestão 2018**. Disponível em: < <http://semmas.manaus.am.gov.br/wp-content/uploads/2019/05/Relat%C3%B3rio-de-Gest%C3%A3o-2018.pdf>>. Acesso em: 10 abril de 2018.

SEMULSP – Secretaria Municipal de Limpeza Urbana. **Panorama atual da situação dos Resíduos Sólidos da Cidade de Manaus**. (Apresentação Slide) Prefeitura de Manaus, 2016 e 2017.

SOARES, L.G.C; SALGUEIRO, A. A.; GAZINEU, M.H.P. **Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso**. Disponível em: < <http://web-resol.org/textos/artigo5.pdf>>. Acesso em: 15 abril de 2018.

Plano Nacional de Saneamento Básico - **PLANSAB** – Disponível em: < http://www2.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conseelhos_Nacionais_020520131.pdf>. Acesso em 29 de agosto de 2018.

PATERSON, Charlotte; MARA, Duncan; CURTIS, Tom. **Pro-poor sanitation technologies**. *Geoforum*, v. 38, n. 5, p. 901-907, 2007.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006.

SEMULSP – Secretaria Municipal de Limpeza Urbana. **Panorama atual da situação dos Resíduos Sólidos da Cidade de Manaus**. (Apresentação Slide) Prefeitura de Manaus, 2016.

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>>. Acesso em 15 de maio de 2018.

SANTOS G. O., SILVA L. F. F. **Estreitando nos entre o lixo e a saúde** – estudo de caso de garis e catadores da cidade de Fortaleza, Ceará. *Revista Eletrônica do Problema*, Fortaleza, vol. 3, n. 1, p. 83-102, jun. 2009.

SEBRAE - MS. **Gestão de resíduos sólidos: uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas**. São Paulo: Instituto Envolverde: Ruschel& Associados, 2012.

SOUZA, C.M.N.; FREITAS, C.M.; MORAES, L.R.S. **Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, n. 4, p. 371-379, 2007.

PEREIRA, U.A E COSTA, C.C. **Impactos dos Resíduos Sólidos Urbanos de Manaus – AM**. Disponível em: <http://www.eng2016.agb.org.br/resources/anais/7/1468286313_ARQUIVO_ARTIGO-ENG-2016.pdf> Acesso em: 18 de maio de 2018.

Portal Saneamento Básico. **Saneamento Básico 2018**. Disponível em: < <https://www.saneamentobasico.com.br/saneamento-basico/>>. Acesso em: 15 agosto de 2018.

CAPÍTULO 10

RESISTÊNCIA AO TRIPES DO PRATEAMENTO *ENNEOTHrips FLAVENS* MOULTON (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) NOS GENÓTIPOS DO AMENDOINZEIRO *ARACHIS HYPOGAEA* L. ERETO

Data de aceite: 01/10/2020

Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/2614370376183531>

Joaquim Júlio Almeida Júnior

UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros –
Faculdade de Agronomia
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/0756867367167560>

Winston Thierry Resende Silva

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros –
Faculdade de Agronomia
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/7518358376432189>

Katya Bonfim Ataides Smiljanic

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros –
Faculdade de Agronomia
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8320644446637344>

Ricardo Gomes Tomáz

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros –
Faculdade de Agronomia
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/5179241416233826>

Alexandre Caetano Perozini

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia – Faculdade de Agronomia
São Vicente da Serra – Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/9331788769309021>

Vilmar Neves de Rezende Júnior

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros –
Faculdade de Agronomia
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/8530210830100494>

Armando Falcão Mendonça

UniRV-Universidade de Rio Verde – Pesquisar
da Atlântica Sementes
Rio Verde - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1421441121323177>

Victor Júlio Almeida Silva

FAR - Faculdade Almeida Rodrigues –
Faculdade de Direito
Rio Verde - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1219203640159319>

Edson Lazarini

UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio
de Mesquita Filho – Faculdade de Agronomia
Ilha Solteira – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1069202908129771>

Beatriz Campos Miranda

UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros –
Faculdade de Engenharia Florestal
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/9906493282188494>

Gustavo André Simon

UniRV-Universidade de Rio Verde – Faculdade
de Agronomia
<http://lattes.cnpq.br/0966742675984946>

Adriel Rodrigues da Silva

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros –
Faculdade de Agronomia
Mineiros - Goiás
<http://lattes.cnpq.br/1904309333781698>

Suleiman Leiser Araújo

UniFIMES-Centro Universitário de Mineiros –
Faculdade de Agronomia

RESUMO: No amendoazeiro o tripses do prateamento *Enneothrips flavens* é considerado uma praga limitante na produção e o uso de cultivares resistente evita ou reduz a aplicação de inseticida, proporcionando uma maior segurança e lucratividade à atividade. O trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar a resistência ao tripses, a interação de genótipos e inseticida e o potencial produtivo de genótipos de amendoim. O experimento foi instalado na época da seca com semeadura realizada em 03/02/2011 com os genótipos: IAC-Tatu-ST, IAC 81-12, IAC 88-1, IAC 88-2, IAC 22 e IAC 24, hábito de crescimento ereto, com aplicação de inseticida. Nas amostragens foram realizadas contagens de adultos e ninfas de tripses; avaliações de sintomas de danos, de área foliar, de altura de plantas e da produção. Os resultados mostram que as ninfas e adultos com populações mais expressivas são mais adequadas para avaliação da resistência de genótipos de amendoim a *E. flavens*; o sistema de avaliação por atribuição de notas mostrou-se adequado para avaliação de resistência de genótipos de amendoim a *E. flavens*; nos genótipos de crescimento ereto a maior população de *E. flavens* ocorre dos 30 aos 72 dias após a emergência das plantas; os genótipos de hábito de crescimento ereto IAC 88-1 e IAC-Tatu-ST são menos infestados por *E. flavens* e IAC 88-2 apresenta menor sintomas de danos causados por esta praga; os genótipos IAC 81-12 e IAC 88-2 apresentam as maiores produções e rendimentos mesmo com altas infestações de *E. flavens*.

PALAVRAS - CHAVE: Resistência de Plantas, Inseticidas, Produção, Praga, Sintoma de danos.

RESISTANCE OF SILVERING THRIPS ENNEOTHRIPS FLAVENS MOULTON (THYSANOPTERA: THIRIPIDAE) IN GENOTYPES THE GROUNDNUT ARACHIS HYPOGAEA L. STANDING

ABSTRACT - In the groundnut thrips *Enneothrips flavens* is considered a pest in limiting production and use of resistant cultivars prevents or reduces insecticide application providing greater security to the activity and profitability. The study was used to evaluate the resistance to thrips, the interaction of genotypes and insecticide and yield potential of peanut genotypes. The experiment was installed in the dry season at sowing on 03/02/2011 with the genotypes: 3 - IAC-Tatu-ST, IAC 81-12, IAC 88-1, IAC 88-2, IAC 22 and IAC 24, upright habit of growth, with application of insecticide. In the sample counts of thrips adults and nymphs were conducted; ratings of symptoms of damage, leaf area, plant height and production. The results show that the nymphs and adults over large populations are more appropriate for evaluating the resistance of peanut genotypes to *E. flavens*; the evaluation system for grading was adequate for evaluation of peanut genotypes for resistance to *E. flavens*; genotypes growing erect the largest population of *E. flavens* occurs from 30 to 72 days after plant emergence, the genotypes of upright growth habit IAC 88-1 and IAC-Tatu-ST are less infested with *E. flavens* IAC 88-2 and has less symptoms of damage caused by this pest, the IAC IAC 88-2 and 81-12 have the highest yields and yields even with high infestations of *E. flavens*.

KEYWORDS: Plant Resistance, Insecticides, Production, Prague, Symptom of damage.

INTRODUÇÃO

O trips do prateamento *E. flavens* é considerado a espécie de maior importância para a cultura Rensi et al. (1977).

A suscetibilidade de plantas de amendoim aos danos causados pelos trips varia com o estágio de crescimento e, conseqüentemente, o impacto econômico está associado com a idade fisiológica da planta Funderburg & Branderburg (1995).

Os adultos e as ninfas da maioria dos trips apresentam uma tendência a alimentarem-se de forma agrupada causando danos mais pronunciados. De modo geral, as ninfas causam maiores danos pela alimentação do que os adultos, devidos tanto ao seu grande número, como por alimentarem-se de forma mais agregada, uma vez que são menos ativas e restringem sua alimentação a áreas limitadas. A oviposição forma lesões que também resultam em danos às plantas Ananthakrishnan (1971).

As infestações do trips do prateamento afetam o desenvolvimento do amendoim com redução do peso das plantas, do número e peso das folhas, bem com da área foliar Calcagnolo et al. (1974a).

Embora existam outros métodos ou estratégias de controle, a aplicação de inseticidas tem sido o método mais empregado devido à facilidade de aplicação, à rápida obtenção de resultados e por ser uma ferramenta indispensável para a atividade agrícola atual Castro (2005). Como alternativa benéfica tanto ao homem como ao meio ambiente, o uso de variedades resistentes a insetos é considerado como o método ideal de controle, pois mantém a praga abaixo dos níveis de dano econômico, não polui o ambiente, não causa desequilíbrios e reduz o custo do tratamento fitossanitário Lara (1991).

Considerando a importância do trips do prateamento *E. flavens* na cultura do amendoim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar em genótipos de crescimento ereto e a interação de genótipos e inseticida no controle do trips e seus reflexos sobre a produção.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, localizada no município de Selvíria-MS, apresentando as coordenadas geográficas a 51° 22' W e 20° 22' S, altitude de 335 m e temperatura média anual de 23,5° C.

O solo da área do experimento é um Latossolo Vermelho distrófico de acordo com o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos Embrapa (2006), preparado pelo sistema convencional com uma aração e duas gradagens. Na adubação de semeadura foram utilizados 200 kg.ha⁻¹ da fórmula 8-28-16, aplicados manualmente no sulco durante a semeadura.

Na semeadura foram utilizados como tratamentos os genótipos de hábito de

crescimento ereto: IAC-Tatu-ST, IAC 81-12, IAC 88-1, IAC 88-2, IAC 22 e IAC 24; com e sem controle de *E. flavens*. Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, empregando-se um esquema fatorial 6x2 (genótipos x inseticida), com três repetições. Cada unidade experimental constituiu-se de 4 linhas de 5 metros de comprimento. Na semeadura realizada em 03/02/2011 com germinação seis dias após, foram utilizados os espaçamentos e densidades de 0,60 m entre linhas e 15 plantas por metro para genótipos de hábito de crescimento ereto.

No controle das plantas daninhas foi utilizado o herbicida trifluralin na dosagem de 801g i.a.ha⁻¹ em pré-plantio incorporado. Em complementação foram efetuados cultivos mecânicos e capinas manuais visando eliminar ervas daninhas remanescentes, e achegamento da terra no colo das plantas.

Para o controle dos fungos de solo as sementes foram tratadas com o fungicida carboxin e dissulfeto de tetrametiluram na dosagem de 60 g + 60 g.i.a/100 kg⁻¹ de sementes. Os fungos da parte aérea foram controlados com tebuconazole e benomyl nas dosagens de 125 e 125 g i.a. ha⁻¹.

No controle de larvas de lepidópteros foi utilizado o *Bacillus thuringiensis* Berliner na dosagem de 16 g i.a. ha⁻¹. No controle do tripses foi utilizado o inseticida metamidofhos na dosagem de 300 g i.a. ha⁻¹ aos 30 e 44 dias após emergência das plantas.

No experimento as amostragens foram iniciadas em 20/02/2011 e as subseqüentes realizadas com periodicidade semanal nas datas: 27/02/2011; 05, 12, 19, 26/03/2011; 02, 09 e 16/04/2011.

As amostragens do número de *E. flavens* no experimento foi realizada mediante coleta, ao acaso, de 10 folíolos fechados ou semi-abertos, entre os folíolos laterais de cada folha, por parcela, nas duas linhas centrais. Os folíolos coletados foram colocados em sacos plásticos devidamente etiquetados, acondicionados em isopor e transportados ao Laboratório de Entomologia. Um microscópio estereoscópico foi utilizado para realizar as contagens de adultos e de ninfas de tripses presentes nos folíolos.

Simultaneamente as amostragens e coletas dos folíolos para contagem do número de *E. flavens* no experimento foi realizada, em nível de campo, avaliações para quantificar os sintomas de ataque causados por esta praga as plantas de amendoim. Nessas, foi utilizada a escala de notas proposta por Leuck et al. (1967) os quais recomendam atribuir visualmente às plantas, notas que variam de 1 a 9, como segue: 1 - 10% do limbo com sintoma de ataque; 2 - 20% do limbo foliar com sintoma; 3 - 30% do limbo foliar com sintoma; 4 - 40% do limbo foliar com sintoma; 5 - 50% do limbo foliar com sintoma; 6 - 60% do limbo foliar com sintoma; 7 - 70% do limbo foliar com sintoma; 8 - 80% do limbo foliar com sintoma e 9 - 90% do limbo foliar com sintoma.

Em cada amostragem foram atribuídas duas notas de sintomas de danos por dois avaliadores com o objetivo de aumentar a precisão das informações. Para efeito de análise estatística foi utilizada a média resultante das duas notas atribuídas.

Para determinação da área foliar foi realizada a coleta de 10 folíolos, ao acaso, por parcela, localizados na parte superior da planta, totalmente abertos, logo abaixo dos folíolos mais novos. As coletas foram realizadas simultaneamente àquelas efetuadas para contagens de *E. flavens* sendo que os folíolos coletados foram colocados em sacos plásticos devidamente etiquetados, acondicionados em isopor e transportados ao Laboratório de Entomologia. Um Scanner marca Color Page-EP da Genius conectado a um computador e o Programa Image Tool 2.0 foram utilizados para determinação da área foliar.

No final do ciclo da cultura quando as vagens atingiram o ponto de maturação fisiológica foi realizada a colheita no dia 10/05/2011. Os componentes da produção foram avaliados mediante a colheita e pesagem de vagens de amendoim em casca e grãos em 4 m de linha nas duas linhas centrais de cada parcela. Das plantas colhidas foram separadas, ao acaso, 10 plantas por parcela, para as avaliações de massa de vagem e de grãos por planta, de 100 grãos (g) e o rendimento.

Os dados obtidos dos experimentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelos testes de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Para análise as maiorias dos dados originais foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$ e utilizou-se para a análise estatística o programa computacional SANEST Zonta et al. (1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As populações de *E. flavens* representadas por adultos e ninfas indicam diferença significativa na amostragem realizada aos 65 dias após a emergência das plantas (Tabela 1). Nesse caso, o genótipo IAC 81-12 e IAC 24 foram mais suscetíveis e diferentes estatisticamente do genótipo IAC 22 que apresentou maior resistência ao tripses. Com médias entre esses se encontram os genótipos IAC-Tatu-ST, IAC 88-1 e IAC 88-2. Analisando as médias de adultos e ninfas de *E. flavens* observam-se diferenças significativas entre os genótipos (Tabela 1). IAC-Tatu-ST foi o mais resistente enquanto que IAC 24 mostrou maior suscetibilidade aos tripses.

Genótipos	Dias após emergência ¹									Média
	9 65	16	23	30 ³	37	44 ³	51	58		
IAC-Tatu	1,00a ²	4,33a	9,50a	15,16a	33,16a	15,66a	16,83a	20,33a	19,16ab	15,01 b
IAC 81-12	1,00a	5,16a	18,50a	31,33a	45,66a	22,00a	13,33a	25,32a	26,00a	20,91ab
IAC 88-1	1,33a	6,66a	12,00a	20,83a	35,33a	15,66a	15,00a	19,82a	17,66ab	16,03ab
IAC 88-2	1,50a	3,50a	25,16a	25,00a	31,00a	12,16a	14,82a	18,33a	18,83ab	16,70ab
IAC 22	1,33a	5,83a	21,50a	33,00a	29,83a	19,66a	16,66a	17,00a	16,33 b	17,90ab
IAC 24	1,50a	8,50a	19,00a	32,32a	49,50a	18,16a	15,66a	22,33a	23,83a	21,20 ^a
F (G)	0,50 ns	0,69 ns	1,39 ns	2,20 ns	2,58 ns	0,92 ns	0,75 ns	1,34 ns	4,68 *	3,07 *
CV (%)	25,17	36,36	33,40	23,63	16,36	24,16	17,02	17,91	11,76	18,75
Inseticida (I)										
I0 (sem)	1,33a	5,43a	18,71a	28,16a	47,83a	26,33a	24,88a	30,43a	30,93a	23,78 ^a
I (com)	1,21a	5,88a	16,49a	24,38a	27,00 b	8,10 b	5,88 b	10,60 b	9,66 b	12,13 b
F (I)	0,04 ns	0,00 ns	0,06 ns	0,76 ns	25,04 *	43,67 *	160,27 *	79,68 *	211,93 *	112,85 *
Interação										
F (GxI)	0,83 ns	1,82 ns	0,57 ns	2,38 ns	0,22 ns	0,87 ns	0,38 ns	0,54 ns	1,87 ns	1,05 ns

Tabela 1 - Número médio de adultos e ninfas do trips do prateamento *Enneothrips flavens* por 10 folíolos, em genótipos de amendoim de hábito de crescimento ereto, com e sem proteção de inseticida. Selvíria-MS, 2011.

¹ Número de dias entre a emergência das plantas e avaliação.

² As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Os dados para análise foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

* Significativo em nível de 5% de probabilidade

ns - não significativo

I0 = sem controle, I = com controle.

Os resultados mostram que o efeito do inseticida foi estatisticamente significativo nas amostragens realizadas dos 37 aos 65 dias da emergência das plantas (Tabela 1). Contudo, os números médios de *E. flavens* revelam um efeito maior do inseticida após a segunda aplicação com eficiência superior a 65,16%. Em relação às interações entre genótipos e inseticidas constata-se que elas não foram significativas para os números

médios e as médias relativas aos seis genótipos estudados.

Os sintomas de danos causados pelos *E. flavens* utilizando-se notas atribuídas visualmente às plantas mostram diferenças significativas entre os genótipos avaliados aos 44 e 51 dias após a emergência das plantas (Tabela 2). Observa-se que aos 44 dias IAC 88-1 apresentou o menor sintoma de danos causados pelos tripses, 20% do limbo foliar danificado, enquanto em IAC 24, com maior sintoma de danos registrou-se cerca de 40% da área foliar danificada. Aos 51 dias, IAC 81-12 e IAC 22 com maiores sintomas apresentaram pelo menos 40% do limbo foliar com sintomas de danos e no período dos 37 aos 65 dias os sintomas aumentaram progressivamente atingindo cerca de 50% na amostragem realizada aos 51 dias.

Genótipos	Dias após emergência ¹								Média	
	9 58	16 65	23	30 ³	37	44 ³	51			
IAC-Tatu	1,00a ²	1,25a	1,92a	2,70a	4,00a	2,58cd	3,25bc	3,25a	3,58a	2,61 bc
IAC 81-12	1,33a	1,50a	1,92a	2,84a	4,83a	4,08ab	4,67ab	3,83a	3,83a	3,20ab
IAC 88-1	1,00a	1,00a	1,42a	2,17a	3,17a	2,42d	3,00 c	3,50a	3,75a	2,38 c
IAC 88-2	1,00a	1,16a	1,70a	2,42a	3,75a	2,75bcd	3,33bc	3,66a	4,00a	2,64 bc
IAC 22	1,25a	1,33a	1,75a	3,17a	4,42a	3,91abc	4,58ab	3,83a	4,17a	3,15ab
IAC 24	1,42a	1,25a	2,00a	3,50a	4,83a	4,42a	5,08a	4,25a	4,17a	3,43a
F (G)	2,17 ns	0,87 ns	1,25 ns	1,76 ns	2,20 ns	7,90 *	7,27 *	1,50 ns	0,50 ns	6,74 *
CV (%)	7,75	10,34	11,01	13,85	12,46	10,10	9,36	8,32	9,58	12,85
Inseticida (I)										
I0 (sem)	1,14a	1,30a	1,89a	2,80a	4,75a	4,05a	4,88a	5,05a	5,19a	3,45a
I (com)	1,25a	1,16a	1,70a	2,78a	3,58 b	2,70 b	3,08 b	2,38 b	2,63 b	2,36 b
F (I)	1,58	0,40 ns	1,70 ns	0,55 ns	9,00 *	28,28 *	41,02 *	135,9 4 *	84,42 *	81,71 *
Interação										
F (GxI)	1,02 ns	0,56 ns	0,41 ns	1,09 ns	0,75 ns	0,47 ns	0,45 ns	0,22 ns	0,42 ns	0,96 ns

Tabela 2 - Nota média de sintomas de danos causados pelo tripses do prateamento *Erneothrips flavens*, em genótipos de amendoim de hábito de crescimento ereto, com e sem proteção de inseticida. Selvíria-MS, 2011.

¹ Número de dias entre a emergência das plantas e avaliação.

² As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Os dados para análise foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

* Significativo em nível de 5% de probabilidade

ns - não significativo

I0 = sem controle, I = com controle.

O genótipo IAC 88-1 mostrou menor sintoma de danos durante as amostragens (Tabela 2), enquanto IAC 24 apresentou a maior nota de sintoma de danos discordando de Tappan & Gorbet (1979) que observaram maiores sintomas de danos causados por *F. fusca* na folhagem nos primeiros 38 dias, geralmente com atraso de 7 a 14 dias da maior densidade da praga.

As médias de notas de sintomas de danos causados pelos tripes *E. flavens* apresenta diferença significativa (Tabela 2). O genótipo IAC 88-1 e IAC 24 apresentaram a menor e a maior média de sintoma de danos, respectivamente.

Com a aplicação do inseticida para o controle de *E. flavens* verificaram-se diferenças significativas nos números médios de notas de sintomas de danos nas amostragens realizadas entre 37 e 65 dias e nas médias (Tabela 2). Entretanto, quando os números médios foram confrontados evidencia-se que o efeito do inseticida na redução dos sintomas foi maior aos 44, 58 e 65 dias da emergência das plantas os quais correspondem a 14, 28 e 35 dias após a primeira aplicação. Nas médias também ocorreram diferenças significativas indicando que o controle dos tripes pelo inseticida proporcionou uma redução nos sintomas de danos causados por estes insetos. A interação nas avaliações realizada entre genótipos e inseticida não foi significativa para número médio e médio de sintomas de danos.

Nos dados de área foliar, exceto aos 30 dias, apresentaram diferenças significativas (Tabela 3). As diferenças de área foliar podem estar relacionadas às características de cada genótipo ou aos efeitos diferenciados de controle dos tripes devido aos diferentes níveis de suscetibilidade apresentados pelos mesmos. Esses efeitos podem ter reflexos diferentes na área foliar. De maneira geral, os genótipos IAC 22 e IAC 24 apresentam números médios maiores, mas semelhantes a IAC 81-12 e IAC-Tatu-ST, enquanto IAC 88-1 e IAC 88-2 tiveram as menores áreas foliares.

Genótipos	Dias após emergência ¹									Média
	9	16	23	30 ¹	37	44 ³	51	58	65	
IAC-Tatu	5,50 bc	8,06 bc	8,77ab	8,85a	11,00ab	10,56a	12,85ab	13,18a	13,18ab	10,18a
IAC 81-12	5,81abc	8,70 b	9,86a	9,33a	11,11ab	10,43a	12,31ab	12,78a	12,73 b	10,34a
IAC 88-1	4,56 d	6,72 d	7,50 b	8,18a	9,38 b	9,31ab	10,96 c	10,78 b	10,92 c	8,70 b
IAC 88-2	5,24 c	7,68 c	9,09ab	8,63a	9,98ab	9,16 b	11,58 bc	10,74 b	11,08 c	9,24 b
IAC 22	6,12 ab	9,69a	10,03a	9,36a	11,19a	10,35ab	13,68a	13,13a	14,60a	10,90a
IAC 24	6,38a	9,69a	9,47a	8,91a	10,86ab	9,44ab	12,65ab	12,56 ab	13,23ab	10,35a
F (G)	16,69 *	30,53 *	4,29 *	2,30ns	3,36 *	4,91*	9,78 *	6,47 *	16,06 *	21,96*
CV (%)	3,25	2,94	5,78	3,85	4,48	3,40	2,95	4,36	3,25	4,27
Inseticida (I)										
I0 (sem)	5,65a	8,44a	8,86a	8,97a	10,42a	9,50 b	11,85 b	11,06 b	11,45 b	9,57 b
I (com)	5,52a	8,33a	9,35a	8,77a	10,47a	10,24a	12,80a	13,34a	13,80a	10,29a
F (I)	1,00 ns	0,40 ns	1,70 ns	0,71 ns	0,88 ns	9,75 *	14,09 *	38,30 *	68,28 *	26,19*
Interação										
F (GxI)	1,12 ns	1,25 ns	1,37 ns	2,13 ns	0,42 ns	1,32 ns	1,33 ns	2,21 ns	4,04 *	3,01*

Tabela 3 - Área foliar média (cm²) por folíolo, em genótipos de amendoim de hábito de crescimento ereto, com e sem proteção de inseticida. Selvíria-MS, 2011.

¹ Número de dias entre a emergência das plantas e avaliação.

² As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Os dados para análise foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

* Significativo em nível de 5% de probabilidade

ns - não significativo

I0 = sem controle, I = com controle.

Houve interação significativa nos números médios de área foliar entre genótipos e inseticida na amostragem realizada aos 65 dias e na média (Tabela 4). Observa-se que os genótipos IAC-Tatu-ST, IAC 81-12 e IAC 88-1 tiveram ganhos significativos em área foliar com aplicação dos inseticidas, embora todos os genótipos tenham apresentados ganhos em área foliar. Quando se analisa a média verifica-se que os genótipos IAC-Tatu-ST, IAC 81-12 e IAC 22 tiveram ganhos significativos de área foliar. Ressalta-se que as médias de área foliar apresentaram diferenças significativas entre os genótipos com e sem a aplicação de inseticida.

Genótipos	65 Dias após emergência ¹		Média de Área foliar (cm ²)	
	I0 (sem)		I (com)	
IAC-Tatu	11,19 BCb ⁽²⁾	15,18Aa	9,46ABCb	10,89ABa
IAC 81-12	10,60 BCb	14,91Aa	9,70ABb	10,97ABa
IAC 88-1	9,94 Cb	11,91Aa	8,46 Ca	8,94 Da
IAC 88-2	10,45 Ca	11,73Aa	9,13 BCa	9,34 CDa
IAC 22	13,93Aa	15,27Aa	10,39Ab	11,43Aa
IAC 24	13,93Aa	15,27Aa	10,39Ab	11,43Aa
F	4,04*		3,01*	
CV (%)	3,25		3,25	

Tabela 4 - Médias de área foliar (cm²) por folíolo, aos 65 dias após emergência das plantas e o total médio, resultante das interações em genótipos de amendoim de hábito de crescimento ereto, com e sem aplicação de inseticida. Selvíria-MS, 2011.

¹ Número de dias entre a emergência das plantas e avaliação.

² Médias seguidas de mesma letras minúsculas comparam na linha e letras maiúsculas comparam na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os dados foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

I0 = sem controle, I = com controle.

Analisando as massas de vagens e de grãos observam-se diferenças significativas entre os genótipos (Tabela 5). Os genótipos IAC 88-2 e IAC 81-12 apresentam as maiores médias de massa de vagens e de grãos enquanto em IAC 88-1 e IAC 22 encontraram-se as menores massas vagens e de grãos, porém estatisticamente diferentes. A massa de 100 grãos foi diferente significativamente e apresentou a maior média em IAC 24 seguido por IAC 22, IAC 81-12, IAC 88-2, IAC-Tatu-ST e IAC 88-1, em ordem decrescente.

O efeito do inseticida no controle do tripses influenciou significativamente nas massas de vagens e de grãos. (Tabela 5). Quando protegidos das infestações de tripses os genótipos tiveram maiores produções de vagens, de grãos e na massa de 100 grãos. Esses resultados também estão de acordo com Godoy et al. (2001) que encontraram valores que influenciaram significativamente nas massas de vagens, de grãos e na média quando realizaram o controle químico. As interações entre genótipos e inseticida não foram significativas para os dados médios de produção relativos aos seis genótipos estudados.

	Massa (g) / planta		Massa média (g) em 100 grãos
	Vagens	Grãos	
IAC-Tatu-ST	10,36 c	7,74 b	44,63 c
IAC 81-12	13,57 b	10,37a	53,41 b
IAC 88-1	7,99 e	5,41 d	39,55 d
IAC 88-2	15,20a	10,83 a	46,71 c
IAC 22	9,18 d	6,99 c	55,64 b
IAC 24	10,10 cd	7,05 bc	61,88a
F (G)	144,37 *	14 7,10 *	110,18 *
CV (%)	5,12	5,94	3,78
Inseticida (I)			
I0 (sem)	10,54 b	8,67 b	49,92a ¹
I (com)	11,26a	9,46a	50,69a
F (I)	12,44 *	15,88 *	1,45 ns
Interação			
F (GxI)	0,41 ns	0,83 ns	1,34 ns

Tabela 5 - Massa média de vagens (g) e grãos (g) por planta, e massa média de 100 grãos (g) em genótipos de amendoim de habito de crescimento ereto, com e sem aplicação de inseticidas. Selvíria-MS, 2011.

1 As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade

* Significativo em nível de 5% de probabilidade

ns - não significativo

I0 = sem controle, I = com controle.

A produção de amendoim em casca (kg ha^{-1}), grãos (kg.ha^{-1}) e rendimento (%) apresentaram diferenças significativas entre genótipos (Tabela 6). Em IAC 88-2 observaram as maiores produções de amendoim em casca ($3496,00 \text{ kg ha}^{-1}$) e amendoim em grãos ($2440,00 \text{ kg.ha}^{-1}$). Os genótipos IAC 88-1 e IAC 22 apresentaram as menores produções de amendoim em casca e grãos $2306,00$; $1513,00$; $2517,00$; $1566,00 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente, enquanto os genótipos IAC-Tatu-ST e IAC 24 apresentaram produções semelhantes e superiores a estes. Esses resultados concordam com GODOY et. al. (2001) que encontraram produção de amendoim em cascas semelhantes em IAC-Tatu-ST ($2800,00 \text{ kg ha}^{-1}$). O maior e o menor rendimento foram observados em IAC-Tatu-ST, IAC 24 e IAC 22, respectivamente, enquanto IAC 81-12, IAC 88-1 e IAC 88-2 apresentaram rendimentos de 65,6 a 69,79%.

	Produção média (kg ha ⁻¹) de amendoim		Rendimento (%)
	Casca	Grãos	
IAC-Tatu-ST	2748,00 c	2129,00 bc	77,45
IAC 81-12	3197,00 b	2179,00 ab	68,16
IAC 88-1	2306,00 d	1513,00 e	65,60
IAC 88-2	3496,00a	2440,00a	69,79
IAC 22	2517,00 cd	1569,00 de	62,32
IAC 24	2637,00 c	1849,00 cd	70,11
F (G)	47,17 *	31,87 *	-
CV (%)	5,64	8,16	-
Inseticida (I)			
I0 (sem)	2586,00 b	1702,00 b	-
I (com)	3048,00a	2191,00a	-
F (I)	75,86 *	75,39 *	-
Interação			
F (GxI)	1,59 ns	1,16 ns	-

Tabela 6 - Produção média de amendoim em casca (kg ha⁻¹), em grãos (kg ha⁻¹), e o rendimento (%) em genótipos de hábito de crescimento ereto com e sem aplicação de inseticidas. Selvíria-MS, 2011.

¹ As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade

* Significativo em nível de 5% de probabilidade

ns - não significativo

I0 = sem controle, I = com controle.

Os genótipos quando pulverizado com inseticida apresentaram os maiores índices de produtividade concordando com Batista et al. (1973) & Lasca (1990) & Lara et al. (1975), evidenciando desta forma o aspecto benéfico da adoção desta prática no manejo da cultura. De acordo com Calcagnolo et al. (1974) o controle do trips aumentou a produção de amendoim em casca de 29 a 46% e a produção de grãos, de 24 a 36%. As interações entre genótipos e inseticidas não foram significativas para os dados médios de produção relativos aos seis genótipos estudados.

CONCLUSÕES

A maior população de *E. flavens* ocorre dos 30 aos 65 dias após a emergência das plantas.

Os genótipos IAC 81-12 e IAC 24 foram mais suscetíveis, enquanto IAC 22 que apresentou maior resistência ao trips.

O genótipo IAC 88-1 mostrou menor sintoma de danos durante as amostragens, enquanto IAC 24 apresentou a maior nota de sintoma de danos.

Os genótipos IAC 81-12 e IAC 88-2 apresentam as maiores produções e rendimentos mesmo com altas infestações de *E. flavens*.

O efeito da interação de genótipo e controle químico foi eficiente para os genótipos de hábito de crescimento ereto, com resposta significativa.

REFERÊNCIAS

ANANTHAKRISHNAN, T. N. Thrips (Thysanoptera) in agriculture, horticulture & forestry-diagnosis, bionomics & Control. *Journal of Scientific & Industrial Research*, **New Delhi**, v. 30, n.3, p.113-46, 1971.

BATISTA, G. C.; GALLO, D.; CARVALHO, R. P. L. Determinação do período crítico de ataque do trips do amendoim, *Enneothrips flavens* Moulton, 1941, em cultura das águas. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina v.2, n.1, p.45-53, 1973.

CALCAGNOLO, G; LEITE, F. M.; GALLO, J. R. Efeitos da infestação do trips dos folíolos do amendoizeiro *Enneothrips flavens* Moulton, 1941, no desenvolvimento das plantas, na qualidade e quantidade da produção, de uma cultura da seca. **O Biológico**, São Paulo, v.40, p.239-40, 1974.

CASTRO, N.R.A. **Sorção, degradação e lixiviação do inseticida Thiamethoxam em latossolo e argissolo**. Dissertação de mestrado. Lavras, MG, UFLA. 173 p. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2006. Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fesi63xh02wx5eo0y53mhyx67oxh3.html> >. Acesso em: 25 Março. 2012.

FUNDERBURG, J. E.; BRANDENBURG, R. L. Management of insects and other arthropods in peanut. In: MELOUK, H. A.; SHOKES, F. M. (Eds.) **Peanut health management**. **St. Paul**: APS PRESS, 1995. p. 51-9 (Plant Health Management Series).

GODOY, I. J.; MORAIS, S. A.; MORAIS, A. R.; KASAI, F. S.; MARTINS, L. M.; PEREIRA, J. C. V. N. A. Potencial produtivo de linhagens de amendoim do grupo ereto precoce com e sem controle de doenças foliares. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.101-10, 2001.

LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 336p.

LASCA, D. H. C.; NEVES, G. S.; SANCHES, S. V. Extensão do MIP amendoim em São Paulo. In: FERNANDES, O. A. (Ed.) Manejo integrado de pragas e nematóide. Jaboticabal: **FUNEP**, 1990. p. 27-38.

LEUCK, D. B.; HAMMONS, R. O.; MORGAN, L. W.; HARVEY, J. E. J. Insect preference for peanut varieties. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v. 60, p.1546-49, 1967.

RENSI, A. A., CALCAGNOLO, G., OLIVEIRA, D.A. Controle de *Enneothrips flavens* Moulton, 1941, com inseticidas organo-sintéticos, em cultura de amendoim "das águas". **O Biológico**, São Paulo, v. 43, p.65-71, 1977.

TAPPAN, W.B., GORBET, D. W. Relationship of seasonal thrips populations to economics of control on Florunner peanuts in Florida. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.72, 772-776, 1979.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA Jr, P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1984. 151p.

CAPÍTULO 11

AÇÃO DE BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES PARA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *CUCURBITA MOSCHATA* L

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Victor Yoshiaki Matsui

UENP, Departamento de Ciências Agrárias
Bandeirantes –PR

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2599041472452624>

Conceição Aparecida Cossa

UENP, Departamento de Ciências Biológicas
Bandeirantes –PR

Lattes:

Paulo Henrique Afonso do Vale Pinto

UENP, Departamento de Ciências Agrárias
Bandeirantes –PR

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5722680821075595>

Maria Aparecida da Fonseca Sorace

UENP, Departamento de Ciências Biológicas
Bandeirantes –PR

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0091300533626497>

Paulo Frezato Neto

Brevant Sementes
Cambará – PR

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1176128718243768>

Elizete Aparecida Fernandes Osipi

UENP, Departamento de Ciências Agrárias
Bandeirantes –PR

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8390213471391126>

Ruan Carlos da Silveira Marchi

UNESP-FCA, Departamento de Produção
Vegetal
Botucatu-SP

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5376143191855648>

Leonardo Sgargeta Ustulin

FGV-EESP, Departamento de Produção
Vegetal

São Paulo-SP

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8571270417130662>

Mauren Sorace

Doutora em Agronomia, Universidade Estadual
de Londrina

Londrina-PR

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3057335164459586>

RESUMO: A aboboreira (*Cucurbita moschata* L.) é uma planta de ciclo anual, pertencente à família Cucurbitaceae. Reguladores vegetais são substâncias sintéticas ou naturais, similares aos grupos de hormônios vegetais, que podem ser aplicados nas plantas causando mudanças nos seus processos vitais e estruturais. Possui o intuito de melhorar a produção, a qualidade entre outros. O trabalho teve como objetivo avaliar a emergência e desenvolvimento de plântulas de *Cucurbita moschata* provenientes de sementes tratadas com um bioestimulante e um extrato de algas. Foram testadas cinco doses de bioestimulantes, sendo para extrato de algas 2 e 4 mL kg⁻¹ de sementes, de acordo com e para o outro bioestimulante 5 e 10mL kg⁻¹ de sementes e a testemunha onde as sementes foram passadas em água. As sementes foram acondicionadas em em substrato composto por solo+areia+torta de filtro na proporção 1:1:1. As variáveis avaliadas foram: pesos de Massas secas de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), altura de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR), Emergência de plântulas (EP),

índice de velocidade de emergência (IVE). O extrato de algas e o bioestimulante nas doses utilizadas, não influenciaram a emergência e o índice de velocidade de emergência, altura e peso de massa seca de parte aérea nas duas sementeiras. Porém, houve influência dos dois produtos no desenvolvimento das plântulas, visto que ambos proporcionaram aumentos significativos no enraizamento, comprimento e peso de massa seca de raiz, visto que ambos proporcionaram aumentos significativos no enraizamento, comprimento e peso de massa seca de raiz. O bioestimulante na segunda sementeira diferiu da testemunha, demonstrando que o mesmo possui efeito residual.

PALAVRAS-CHAVE: Abóbora, extrato de algas, giberelina.

BIOSTIMULANTS ACTION VIA SEED TREATMENT FOR GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT OF *CUCURBITA MOSCHATA* L

ABSTRACT: The pumpkin tree (*Cucurbita moschata* L.) is an annual plant, belonging to the Cucurbitaceae family. Plant regulators are synthetic or natural substances, similar to groups of plant hormones, which can be applied to plants causing changes in their vital and structural processes. It aims to improve production, quality and others. The work aimed to evaluate the emergence and development of *Cucurbita moschata* seedlings from seeds treated with a biostimulant and an algae extract. Five doses of biostimulants were tested, with algae extract 2 and 4 mL kg⁻¹ of seeds and for the other biostimulant 5 and 10mL kg⁻¹ of seeds and the control where the seeds were passed in water. The seeds were stored in a substrate composed by soil + sand + filter cake in a 1:1:1 ratio. The variables evaluated were weights of dry matter of plant (DMP) and root (DMR), height of aerial part (HAP) and root length (RL), seedling emergence (SE), emergence speed index (ESI). The algae extract and the biostimulant in the used rates did not influence the emergence and the rate of emergence speed, height and dry mass of aerial part in both sowing. However, there was an influence of both products on seedling development, since both provided significant increases in rooting, length and weight of dry root mass. Since both provided significant increases in rooting, length and weight of dry root mass. The biostimulant in the second sowing differed from the control, demonstrating that it has a residual effect.

KEYWORDS: Pumpkin, Algae extract, Giberelin

INTRODUÇÃO

A abóboreira (*Cucurbita moschata* L.) é uma planta de ciclo anual, pertencente à família Cucurbitaceae. Os frutos são bagas do tipo pepónídeos com placentação central. O epicarpo (casca) é de coloração verde, quando os frutos são novos, mas conforme amadurecem adquirem colorações diversas (verde claro com listras longitudinais mais escuras, verde escura, verde escuro com pintas cremes, e vermelho-alaranjado). Apresentam formatos oblongo, arredondado e compridos piriformes. Podem apresentar a superfície lisa em algumas variedades e áspera e rugosa em outras (SEGOVIA; ALVES, 1999). A análise do solo e a correção da acidez e a adubação tornam-se necessárias na maioria dos solos, para obter-se bons rendimentos. O pH de um solo influi sobremaneira

na disponibilidade de nutrientes e no crescimento das plantas. Segundo Murphy (1976), a amplitude de variação do grau de acidez para o crescimento adequado da abóbora varia de uma acidez média (pH = 5,5) a levemente ácidos (pH = 6,4).

Recomenda-se seu plantio sem irrigação no mês de abril em terra firme e em agosto na várzea. Quando se dispôr de irrigação, seu plantio pode se estender de inícios de abril a final de outubro (SEGOVIA; ALVES 1999).

Os reguladores vegetais são substâncias sintéticas ou naturais, similares aos grupos de hormônios vegetais, que podem ser aplicados nas plantas causando mudanças nos seus processos vitais e estruturais. Possui o intuito de melhorar a produção, a qualidade entre outros. Essas substâncias também agem modificando a morfologia e a fisiologia da planta, podendo levar a alterações qualitativas e quantitativas, no desenvolvimento e consequentemente na produção (SILVA, 2010).

Segundo Khan et al., (2009) e Craigie (2011) bioestimulantes são uma mistura de hormônios com compostos de natureza química diferente, tais como: aminoácidos, vitaminas, sais minerais, etc. Por afetarem de alguma forma o desenvolvimento vegetal, são compostos amplamente utilizados na agricultura. Estudos mostram a eficácia do uso de reguladores vegetais nas cucurbitáceas, os efeitos são significativos no crescimento e na produção de espécies do gênero (IOZI et al., 2000).

Em termos agrotecnológicos, aliado ao conhecimento das exigências nutricionais, hídricas e ao uso de cultivares com elevadas produtividades, tolerantes e/ou resistentes a pragas e doenças, adaptadas às mais diversas condições edafoclimáticas, faz-se necessária a busca por tecnologias inovadoras que auxiliem no rendimento da cultura. Nesse âmbito, entra o papel dos reguladores vegetais, com a capacidade que têm em favorecer o desenvolvimento ou evitar as limitações na produção. Várias pesquisas já testaram a eficácia de biorreguladores em culturas como o milho (Ferreira et al., 2007), feijão (Alleoni et al.; 2000), algodão (Albrecht et al., 2009) e soja (ÁVILA et al., 2008; CAMPOS; ONO; RODRIGUES, 2009; KLAHOLD et al., 2006; MOTERLE et al., 2008).

O extrato de algas utilizado neste trabalho, tem composição básica de alga marinha *Ascophyllum nodosum*. O desempenho das culturas pode ser melhorado com o uso destes extratos, que constituem uma alternativa ecologicamente correta ao uso de fertilizantes e bioestimulantes. A utilização de extratos de algas na agricultura está aumentando significativamente nas últimas décadas, sendo observado que consideráveis parcelas dos 15 milhões de toneladas métricas de algas marinhas colhidas anualmente, são empregadas como estimulantes (KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011). Segundo FAN et al. (2011) pode-se ter um incremento na raiz e um maior crescimento da parte aérea da planta, ao se utilizar produto bioativo de algas marinhas.

O bioestimulante, o Stimulate®, promete o incremento no crescimento e no desenvolvimento vegetal, maior enraizamento e maior produtividade, pois o mesmo, apresenta em sua composição ingredientes ativos que ocorrem naturalmente na planta,

sendo eles: cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-3-butírico. Onde a cinetina induz o crescimento das células, principalmente das gemas laterais, já o ácido giberélico determina o tamanho dos frutos, podendo também auxiliar na quebra de dormência em algumas espécies, quanto ao ácido 4-indol-3-ilbutírico também participa do crescimento, retarda a abscisão de flores, estimula o pegamento de flores sem fecundação, retarda a abscisão foliar e induz a formação de primórdios radiculares (STOLER, 2017).

Com o consumo crescente de abóbora, os produtores necessitam de melhores métodos para otimizar o seu cultivo. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a emergência e desenvolvimento de plântulas de *Cucurbita moschata* provenientes de sementes tratadas com um bioestimulante e um extrato de algas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Botânica Aplicada, na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), campus Luiz Meneghel; Bandeirantes Paraná.

As sementes utilizadas foram adquiridas no comércio local e tratadas com um bioestimulante contendo extrato de algas e o outro contendo: 0,09 g/L de cinetina, 0,05 de ácido giberélico e 0,05 de ácido 4-indol-3-butírico.

Foram testadas cinco doses, sendo para extrato de algas 2 e 4 mL kg⁻¹ de sementes, de acordo com Oliveira et al. (2011) e para o outro bioestimulante 5 e 10 mL kg⁻¹ de sementes e a testemunha onde as sementes foram passadas em água.

Após o tratamento, as sementes foram acondicionadas em embalagens plásticas de 400mL contendo substrato composto por solo+areia+torta de filtro na proporção 1:1:1. As sementes foram distribuídas de forma equidistante nas embalagens plásticas sendo 5 tratamentos com 4 repetições de 20 sementes cada, totalizando 80 sementes por tratamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade realizada com o software estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2014). Os dados de emergência foram coletados a partir de 3 dias após a semeadura, diariamente, até o final da emergência. Também foram testados os efeitos residuais dos produtos e respectivas doses, com uma segunda semeadura semelhante à anterior porém, devido a temperatura ambiente estar um pouco mais baixa do que na primeira semeadura, a avaliação de emergência teve início 4 dias após a semeadura.

As variáveis avaliadas foram: pesos de Massas secas de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), altura de parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR), Emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE).

Os pesos de massas secas de raiz e parte aérea foram determinadas em balança de precisão após secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as análises o tratamentos com o extrato de algas e o bioestimulante nas doses de 2 mL kg⁻¹ e 10 mL kg⁻¹ de sementes respectivamente, apresentaram os melhores resultados (Tabela 1), para peso de massa seca de raiz, de modo que o resultado do extrato de algas na dose de 2 mL kg⁻¹, condiz com os resultados obtidos por Fan et al., (2011), demonstrando que o extrato e algas pode proporcionar maior enraizamento, da mesma forma que o resultado obtido com o bioestimulante, corrobora com o apresentado por Stoler (2017) para incremento no enraizamento. Para comprimento de raízes os tratamentos com bioestimulante nas doses testadas, foram os que proporcionaram melhores resultados e diferiram dos tratamentos com o extrato de algas que foram prejudiciais ao comprimento de raiz e não diferiu da testemunha.

Na segunda sementeira, utilizando os mesmos substratos, também foi possível concluir que houve efeito residual dos bioestimulantes onde todos os tratamentos apresentaram aumentos de comprimento de raiz em relação à primeira sementeira (Tabela 2). Para as demais variáveis não houve diferenças entre os tratamentos, apenas para peso de massa seca de raiz em relação à primeira sementeira, onde o tratamento com bioestimulante na dose de 5 mL.kg⁻¹ apresentou o maior aumento em relação aos demais tratamentos na segunda sementeira.

TRATAMENTO	DOSE (mL.kg ⁻¹)	1° SEMEADURA					
		MSPA	MSR	CPA	CR	EP	IVE
BIOESTIMULANTE	5	0.64 a	0.08ab	15.9a	8.03a	86.2a	5.18a
BIOESTIMULANTE	10	0.67a	0.10a	15.8a	7.77ab	93.2a	5.89a
EXTRATO DE ALGAS	2	0.68a	0.09a	16.0a	6.97bc	91.2a	5.40a
EXTRATO DE ALGAS	4	0.63a	0.05b	15.9a	6.43c	93.7a	5.71a
TESTEMUNHA	**	0.68a	0.05b	16.0 a	6.60c	92.5a	5.84a
CV (%)		8.41	22.22	9.38	21.46	13.30	8.47

Tabela 1. Médias de pesos de massas secas de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), Emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) sementes de abobora, após tratamento com os produtos de extrato de algas e bioestimulante. Bandeirantes - PR, 2019.

Médias seguidas de mesmas letras, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

2° SEMEADURA							
TRATAMENTO	DOSE (mL.kg ⁻¹)	MSPA	MSR	CPA	CR	EP	IVE
BIOESTIMULANTE	5	0.54a	0.1a	12.8a	9.3a	100a	3.9a
BIOESTIMULANTE	10	0.63a	0.07ab	13.1a	8.0a	79a	3.5a
EXTRATO DE ALGAS	2	0.52a	0.05ab	13.8a	8.4a	79a	3.3a
EXTRATO DE ALGAS	4	0.54a	0.05b	13.4a	8.2a	80a	3.5a
TESTEMUNHA	**	0.57a	0.06ab	14.1a	7.8a	93a	3.8a
CV (%)	11.72		31.54	20.44	38.60	11.87	5.99

Tabela 2. Médias de pesos de massas secas de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), comprimento de parte aérea (CPA) e raiz (CR), Emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) sementes de abobora, após tratamento com os produtos de extrato de algas e bioestimulante. Bandeirantes - PR, 2019.

Médias seguidas de mesma letras, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

O extrato de algas e o bioestimulante nas doses utilizadas, não influenciaram a emergência e o índice de velocidade de emergência, altura e peso de massa seca de parte aérea nas duas sementeiras. Porém, houve influência dos dois produtos no desenvolvimento das plântulas, visto que ambos proporcionaram aumentos significativos no enraizamento, comprimento e peso de massa seca de raiz. O bioestimulante na segunda sementeira diferiu da testemunha, demonstrando que o mesmo possui efeito residual.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pelo apoio financeiro e ao laboratório de botânica aplicada da UENP/CLM pelo auxílio na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P. et al. **Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra**. Scientia Agraria, v. 10, n. 03, p. 191-198, 2009.

ALLEONI, B.; BOSQUEIRO, M.; ROSSI, M. **Efeito dos reguladores vegetais de Stimulate no desenvolvimento e produtividade do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)**. Publicatio UEPG, v. 06, n. 01, p. 23-35, 2000.

ÁVILA, M. R. et al. **Biorregulador application, agronomic efficiency, and quality of soybean seeds**. ScientiaAgricola, v. 65, n. 06, p. 567-691, 2008.

CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Desenvolvimento da parte aérea de plantas de soja em função de reguladores vegetais**. Revista Ceres, v. 56, n. 01, p. 74-79, 2009.

CRAIGIE, J. S. **Seaweed extract stimuli in plant Science and agriculture.** Journal of Applied Phycology, Dordrecht, v.23, p.371-393, 2011.

FAN, D. et al. **Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacia oleracea* L.) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress.** Food Chem; v. 124, p. 195–202, 2011.

FERREIRA, D.F. **Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons.** Ciência e Agrotecnologia, v. 38, n. 2, p. 109-112. 2014.

FERREIRA, L. A. et al. **Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho.** Revista Brasileira de Sementes, v. 29, n. 02, p. 80-89, 2007.

IOZI, R. N. et al. **Ação de fitorreguladores no pegamento de frutos de abobrinha (*Cucurbita pepo* var. *melo*) em ambiente protegido.** Revista Ceres. v. 47. n. 273, p.561-566. 2000.

KHAN, W. et al. **Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development.** Journal of Plant Growth Regulation, New York, v. 28, p. 386-399, 2009.

KLAHOLD, C. A. et al. **Resposta da soja (*Glycine max* (L.)Merrill) à ação de bioestimulante.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 28, n. 02, p. 179-185, 2006.

MOTERLE, L. M. et al. **Efeito da aplicação de biorregulador no desempenho agrônomo e produtividade da soja.** Acta Scientiarum. Agronomy, v. 30, p. 701-709, 2008. Suplemento.

MURPHY, L.S. Relações planta-solo-fertilizantes. 111: WHITE, wc; COLLINS, D.N. Manual de fertilizantes. 2.ed. São Paulo: The FertilizerInstitute, 1976. 2291'. PIMENTEL, A.A.M.P. **Olericultura no trópico úmido: hortaliças na Amazônia.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 322p.

OLIVEIRA, L. A. A. et al. **Uso do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.6, n.2, p. 01-04, 2011.

SEGOVIA, J.F.O.; ALVES, R.M.M. **Recomendações técnicas para o cultivo de abóbora *Cucurbita moschata* L.) no Amapá.** EMBRAPA, Circular técnica n.8, julho 1999.

SILVA, M. A.; **Biorreguladores: nova tecnologia para maior produtividade e longevidade do canavial.** Pesquisa & Tecnologia. v.7, n.2, p.1-4, 2010.

STOLLER. Bula Stimulate. p.2. Disponível em: Acesso em: 20 Jun.2019

CAPÍTULO 12

LEVANTAMENTO DE FORMIGAS EM ÁREAS ANTROPOMORFIZADAS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, TERESINA – PI

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Iron Jonhson de Araujo Veras

Universidade Estadual do Piauí
Timon - Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/2903672663493271>

Ana Paula Alves da Mata

Universidade Estadual do Piauí
Timon - Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/1945270937209130>

Bruno Oliveira Silva

Universidade Estadual do Piauí
Timon - Maranhão

<http://lattes.cnpq.br/3898743332853866>

Lays Sousa do Nascimento

Universidade Estadual do Piauí
Teresina - Piauí

<http://lattes.cnpq.br/9949657916259997>

RESUMO: As formigas são insetos pertencentes à família Formicoidea e têm uma grande importância ecológica, pois são insetos que influenciam nas condições do solo, colaboram com outros animais na polinização de plantas e contribuem para a dispersão de sementes. Este trabalho teve como finalidade levantar os gêneros de formigas encontradas em áreas antropomorfizadas, especificamente locais de alimentação, na Universidade Estadual do Piauí (UESPI), no *campus* Poeta Torquato Neto. Para coleta foram selecionados, aleatoriamente, quatro

locais próximos às lanchonetes e em cada ponto, foram instaladas seis armadilhas, do tipo isca de solução açucarada, no solo, dispostas ao ar livre, distantes dois metros entre si e expostas durante cerca de três horas. Cada armadilha consistiu de uma placa de Petri, preenchida até a metade de seu volume com a solução açucarada, composta de cerca de 13,3mL de água e 5g de açúcar para cada uma. O material coletado foi triado e armazenado em placas de Petri contendo álcool 70%. A separação dos indivíduos coletados foi feita com base na morfologia, separando-os em morfogêneros, para o processo de identificação através da chave de Baccaro *et al.* (2015). Foram coletadas 1018 formigas, sendo os gêneros encontrados *Camponotus* spp., *Paratrechina* sp., *Tapinoma* sp. e *Tetramorium* sp., apresentando respectivamente: 30, 833, 45 e 110 indivíduos, com prevalência genérica de 2,5%, 81,82%, 4,42% e 10,81%, respectivamente, e riqueza genérica de 0,0108; 0,3009; 0,0162 e 0,0397, respectivamente. Este trabalho contribuiu para o conhecimento sobre formigas que podem ser encontradas na universidade pois fornece dados sobre a riqueza de gêneros das mesmas.

PALAVRAS-CHAVE: Formicoidea, área urbana, riqueza de gêneros.

ANTS SURVEY IN ANTHROPOMORFIZED AREAS AT THE UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ, TERESINA - PI

ABSTRACT: Ants are insects belonging to the Formicoidea family and have a great ecological importance, they are insects that influence on soil conditions, collaborate with other animals to pollinate plants and contribute to seed dispersal.

This study aimed to survey the genus of ants found in anthropomorphized areas, specifically food places, at the Universidade Estadual do Piauí (UESPI), on the Poeta Torquato Neto *campus*. To collect, four locations were selected randomly near the snack bars and at each point six traps, bait type of sugary solution, were installed on the ground, arranged outdoors, two meters apart and exposed for about three hours. Each trap consisted of a Petri dish, filled to half its volume with the sugary solution, composed of about 13.3mL of water and 5g of sugar for each one. The collected material was sorted and stored in Petri dishes containing 70% alcohol. The separation of the collected individuals was made based on morphology, separating them into morphogenera, for the identification process using the key by Baccaro *et al.* (2015). 1018 ants were collected, the found genera was *Camponotus* spp., *Paratrechina* sp., *Tapinoma* sp. and *Tetramorium* sp., respectively: 30, 833, 45 and 110 individuals, with a generic prevalence of 2.5%, 81.82% 4.42% and 10.81%, respectively, and generic wealth of 0.0108; 0.3009; 0.0162 and 0.0397, respectively. This study contributed to the knowledge about ants that can be found at the university, since it provides data on the richness of their genera.

KEYWORDS: Formicoidea, urban area, genera wealth.

INTRODUÇÃO

As formigas constituem, aproximadamente, um terço de toda a biomassa animal da América do Sul (FOWLER *et al.*, 1991). São conhecidas aproximadamente 13.000 espécies de formigas, distribuídas em 16 subfamílias e 330 gêneros, no entanto, pondera-se que existam mais de 30 mil espécies de formigas na região Neotropical, que se prolonga desde a Terra do Fogo até o deserto do México (BACCARO *et al.*, 2015). Nesta mesma região, o Brasil e a Colômbia são os países mais ricos em números de espécies de formigas (FERNÁNDEZ; SENDOYA, 2004).

De ambos os países, o território brasileiro tem a maior diversidade de gêneros, com 31% dos gêneros reconhecidos no planeta, sendo a maior diversidade de formigas da América e uma das maiores do mundo (BACCARO *et al.*, 2015) e, deve-se destacar que em florestas tropicais, as formigas são um dos grupos dominantes em biomassa e número de espécies (RAMOS, 2001).

Todas as formigas, juntamente com outras famílias de abelhas e vespas, estão reunidas na Ordem Hymenoptera e pertencem à família Formicoidea (FRANSOZO; NEGREIROS-FRANSOZO, 2016). Elas constituem o grupo de insetos mais numericamente abundantes e amplamente distribuídos, sendo encontrados em quase todos os ambientes terrestres, exceto nos polos do planeta (HARADA; KETELHUT, 2009), e têm o solo como domínio preferencial de habitat (WILSON, 1971 e HÖLDOBLER; WILSON, 1990).

Esses insetos tem uma dieta muito diversificada, acredita-se que a maioria das espécies de formigas sejam onívoras, mas existem algumas espécies que se nutrem de alimentos específicos, como aquelas apenas vegetarianas, outras fungívoras e aquelas espécies totalmente carnívoras (BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999; BACCARO *et al.*,

2015).

Estudos com formigas no ambiente urbano apresentam variados objetivos, explorando tópicos como a descrição da diversidade; composição e similaridade das comunidades; estudo de espécies exóticas ou invasoras; controle químico; além de estudos relevantes à saúde pública, com o levantamento de espécies de formigas em hospitais, envolvendo-as ou não como vetores de microrganismos patogênicos; relacionando ou não a fatores bióticos ou abióticos do ambiente (SOUZA *et al.*, 2007; BOSCARDIN *et al.*, 2013; SANTOS, 2016).

Este estudo teve como finalidade levantar os gêneros, além de informar a diversidade, prevalência e riqueza genérica de formigas encontradas em áreas antropomorfizadas na Universidade Estadual do Piauí, no *campus* Poeta Torquato Neto.

METODOLOGIA

Área de estudo

Este trabalho teve como área de estudo o *campus* Poeta Torquato Neto da Universidade Estadual do Piauí (UESPI). O *campus* está localizado no município de Teresina, capital do estado do Piauí, possui um clima tropical semiúmido, com dois períodos: o chuvoso, que ocorre no verão e outono, com duração de cinco a seis meses e o período seco, que ocorre no inverno e primavera. Quente na maior parte do ano, o município possui uma temperatura média em torno dos 27 °C, tendo mínimas de 20,4 °C e máximas de 36,4 °C (SEMPPLAN, 2017).

Segundo Machado (2010) o bioma do município de Teresina é composto pelo Cerrado e pela Caatinga. A principal característica de sua flora é sua resistência ao tempo seco e a falta de água, a vegetação é composta por estrato arbóreo, arbustivo e herbáceo e o solo ostenta dois tipos de solos predominantes, o latossolo amarelo e o podzólico vermelho amarelo (SEMPPLAN, 2017).

O *campus* Poeta Torquato Neto possui uma área total de 9,4608 ha, abrigando inúmeros edifícios, a exemplo de prédios administrativos, salas de aula, laboratórios e doze lanchonetes.

Coleta

As coletas das formigas de solo foram realizadas entre os meses de outubro/2018 e julho/2019, entre os períodos de 08h00 às 15h00. Foram selecionados, aleatoriamente, quatro locais próximos às lanchonetes. Em cada ponto foram instaladas seis armadilhas no solo, do tipo isca de solução açucarada, dispostas ao ar livre, distantes dois metros entre si e expostas durante cerca de três horas.

Cada armadilha consistiu de uma placa de Petri, preenchida até a metade de seu volume com a solução açucarada, composta de cerca de 13,3mL de água e 5g de açúcar

para cada uma.

Processamento

O material coletado foi, então, triado e armazenado em placas de Petri contendo álcool 70%.

A separação dos indivíduos coletados foi feita com base na morfologia, separando-os em morfogêneros. Para o processo de identificação dos exemplares utilizou-se a chave de identificação de Baccaro *et al.* (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 1018 indivíduos, pertencentes à família Formicoidea, distribuídos em quatro gêneros (*Paratrechina* sp., *Tetramorium* sp., *Camponotus* spp. e *Tapinoma* sp.) e cinco espécies.

Paratrechina sp. com 81,82%, foi o gênero mais expressivo em relação ao número de espécimes, seguido de *Tetramorium* sp., *Tapinoma* sp. e *Camponotus* spp. (Figura 1). Todas as espécies ocorreram nos quatro locais analisados, com exceção do gênero *Tapinoma*, ocorrendo apenas em um deles.

O gênero *Camponotus*, com duas espécies, foi o gênero mais representativo em riqueza específica. Este gênero é frequente em ambientes de clima sazonal (LEAL, 2003; RAMOS *et al.*, 2003; CORRÊA *et al.*, 2006), constituído por espécies arborícolas e terrícolas, muitas possuindo alta capacidade de invasão e adaptação para interagir com outros organismos e é predominante em todos os ecossistemas terrestres em diversidade de espécies, adaptações, distribuição geográfica e abundância, uma vez que possuem ampla tolerância às condições físicas do ambiente (RAMOS *et al.*, 2003; CORRÊA *et al.*, 2006). Todos os dados foram agrupados em uma tabela, mostrando o número total de indivíduos por gênero (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de gêneros da família Formicoidea e seus respectivos números de indivíduos totais presentes em quatro áreas antropizadas no *campus* Poeta Torquato Neto, Teresina - PI.

Gêneros	Número de indivíduos	Porcentagem
<i>Camponotus</i> spp.	30	2,95%
<i>Paratrechina</i> sp.	833	81,82%
<i>Tapinoma</i> sp.	45	4,42%
<i>Tetramorium</i> sp.	110	10,81%
Total	1018	100%

Com relação aos indivíduos coletados por local de coleta, foi observada a prevalência do gênero *Camponotus* no terceiro local, juntamente com os outros gêneros,

exceto *Tapinoma*, achado somente no quarto local (Tabela 2). Tratando da diversidade genérica (H') o 4º local obteve o maior H' sendo este: 4,6, que é aproximadamente o dobro do H' dos demais locais, comprovando que este possui a maior diversidade genérica dentre todos os locais.

No quarto local de coleta, o gênero *Paratrechina* se mostrou em maior quantidade de indivíduos que os outros locais, e *Tetramorium* teve maior prevalência no segundo local (Tabela 2). Espécies de *Paratrechina* sempre estiveram relacionadas a locais mal preservados, de deslocamento massivo de pessoas e com pouca limpeza (SILVA; LOECK, 1999; CARVALHO, 2004). Algumas delas são conhecidas como pragas na área urbana, podem ser encontradas em áreas peridomiciliares e em cavidades na parede de construções (SOLIS *et al.*, 2007).

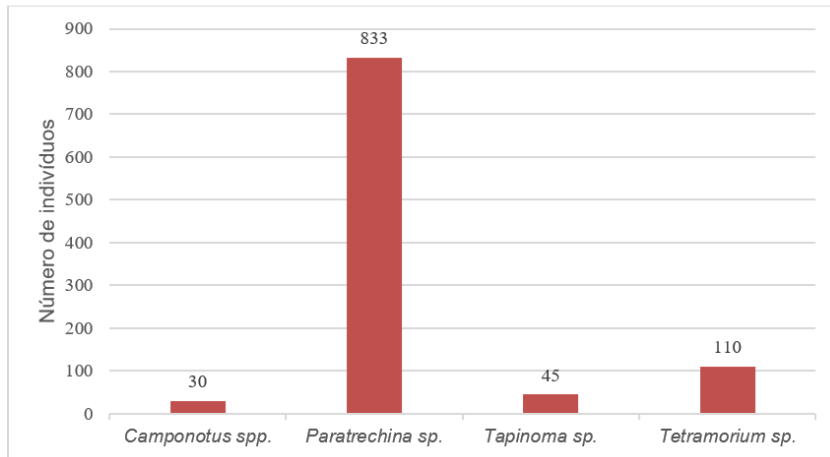
Tabela 2. Lista de gêneros da família Formicoidea e seus respectivos números de indivíduos presentes nos quatro locais no *campus* Poeta Torquato Neto, Teresina – PI, com a prevalência genérica e a riqueza genérica.

Locais de Coleta	Gêneros				Diversidade Genérica
	<i>Camponotus</i>	<i>Paratrechina</i>	<i>Tapinoma</i>	<i>Tetramorium</i>	H'
	spp.	sp.	sp.	sp.	$= \sum pi * (\log * pi)$
1º local	10	233	0	21	2,72
2º local	5	67	0	55	2,16
3º local	12	237	0	20	2,59
4º local	3	296	45	14	4,61
Total	30	833	45	110	
Prevalência genérica	2,94%	81,82%	4,42%	10,80%	
Riqueza genérica	0,0108	0,3009	0,0162	0,0397	

$$H' = \sum pi * (\log * pi) \text{ - Diagnóstico estatístico da diversidade genérica.}$$

A prevalência genérica em maior quantidade e riqueza genérica se deu ao gênero *Paratrechina* sp., com 81,82% e 0,03009, respectivamente, visto que esse gênero foi coletado em maior quantidade em todos os locais.

Figura a. Distribuição do número de indivíduos por gênero da família Formicoidea, obtidos nos quatro locais de coleta do *campus* Poeta Torquato Neto, Teresina- PI.



Como mostra o gráfico (Figura a), o gênero em questão é o mais abundante, podendo estar este evento relacionado com o fato de que durante muito tempo o gênero foi considerado uma praga mundial (ZORZENON *et al.*, 2011).

Em segundo, o gênero *Tetramorium* aparece com 10,81% de representatividade, as espécies desse gênero são amplamente distribuídas e encontradas nos mais diversos ambientes, desde florestas até locais altamente antropizados, incluindo o meio urbano (BACCARO *et al.*, 2015). E, assim como *Camponotus* spp., são bastante comuns e normalmente concentram-se em locais como áreas de alimentação, lavanderias, UTIs e almoxarifados (PEÇANHA *et al.*, 2002).

Fora dos trópicos, algumas espécies de *Tapinoma* incomodam, pois podem ser encontradas em edifícios (DUBOIS; DANOFF-BURG, 1994; DEKONINCK *et al.*, 2006) e estufas (HÖGMO, 2003; ESPADALER, 2007). Baccaro *et al.* (2015) afirma que formigas desse gênero são cosmopolitas, constroem ninhos no solo, em árvores e em troncos em decomposição e algumas espécies alimentam-se de soluções açucaradas.

Os quatro gêneros observados habitam ambientes naturais perturbados e áreas urbanas (BUENO; FOWLER, 1994; DELABIE *et al.*, 1995; BUENO; CAMPOS-FARINHA, 1999). Embora a comunidade de formigas seja positivamente correlacionada com a complexidade do habitat em diversos ecossistemas (CORRÊA *et al.*, 2006), outros fatores também são considerados importantes como o nível de perturbação a que os ambientes foram submetidos (VASCONCELOS *et al.*, 2000; PEREIRA *et al.*, 2001; BIEBER *et al.*, 2005) e processos que disponibilizam para as espécies se estabelecerem maior variedade de sítios para nidificação, alimento, microclimas e interações interespecíficas, como competição, predação e mutualismo (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; CORRÊA *et al.*,

2006).

A formicifauna do *campus* diverge com estudos realizados no Parque Ambiental de Teresina, onde este apresenta espécies do gênero *Camponotus* spp. com o de maior número de indivíduos, tendo sido observado um total de dez espécies (FONTES; ALMEIDA FILHO, 2002).

De acordo com Bueno e Campos-Farinha (1999), as formigas *Camponotus*, quando presentes em ambientes urbanos, podem estar relacionadas a deficiências estruturais dos imóveis, o que se explica a diferença dentre a literatura e o resultado do presente estudo e em estudos realizados por Campos-Farinha *et al.* (2002) *Tapinoma*, *Paratrechina* e *Camponotus* foram citados como as principais espécies de formigas urbanas no Brasil.

CONCLUSÃO

Os resultados gerados aqui fornecem dados básicos para quaisquer outros trabalhos futuros relacionados à formicifauna, principalmente para ambientes antropomorfizados, talha conteúdo e conhecimento científico e riqueza de gêneros destes animais tão comumente encontrados.

REFERÊNCIAS

BACCARO, F. B. *et al.* **Guia para Gêneros de Formigas no Brasil**. Manaus: Editora Inpa, 2015. 388 p.

BIEBER, A. G. D. *et al.* Formigas. In: AMBIENTE, Ministério do Meio. **Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco**: Biodiversidade 14. Brasília, 2005. p. 254-275.

BOSCARDIN, J. *et al.* **Métodos de Captura para Formigas em pré-plantio de *Eucalyptus grandis***. Floresta e Ambiente, p. 361-370, 2013.

BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. **Formigas urbanas: estratégias de controle**. Ed. Letra Capital, Revista Vetores & Pragas: Ano II, Nº5, 5 - 7, 1999.

BUENO, O. C.; CAMPOS-FARINHA, A. E. As formigas domésticas. In: MARICONI, F. A. M. (Ed.). **Insetos e outros invasores de residências**. Piracicaba, S.P.: FEALQ, p. 135-180, 1999.

BUENO, O.C.; FOWLER, H.G. **Exotic ants and native ant fauna of Brazilian hospitals**. In: WILLIAMS, D.F. (Ed.). **Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species**. Boulder: Westview Press, p. 191-198, 1994.

CAMPOS-FARINHA A. E. de C. *et al.* **As Formigas Urbanas no Brasil: Retrospecto**. Biológico, São Paulo, v. 64, n. 2, p.129-133, 2002.

CARVALHO, F. D. **Análise da Ocorrência e do Comportamento de Formigas em Área Urbana e Hospitalar, Problemas Relacionados e um Possível Plano de Manejo.** 2004. 71 f. TCC (Pós-Graduação) - Curso de Manejo Integrado de Pragas e Receituário Agrônomo, Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

CORRÊA, M. M. *et al.* **Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área.** *Neotropical Entomology*, v. 35, n. 6, p. 724–730, 2006.

DEKONINCK, W. *et al.* **First record of infestation of the ghost ant *Tapinoma melanocephalum* (FABRICIUS, 1793) in Belgium (Hymenoptera, Formicidae) – a new indoor pest problem for the country?** *Bulletin de La Société Royale Belge D'Entomologie*, p. 25-28, 2006.

DELABIE, Jacques H. C. *et al.* **Community Structure of House-Infesting Ants (Hymenoptera: formicidae) in southern Bahia, Brazil.** *The Florida Entomologist*, v. 78, n. 2, p. 264-270, jun. 1995.

DUBOIS, M. B.; DANOFF-BURG, J. **Distribution of ants in Kansas: subfamilies Dolichoderinae and Formicinae (Hymenoptera: Formicidae).** *Sociobiology*, p. 147-178, jan. 1994

ESPADALER, X. **The ants of El Hierro (Canary Islands).** *Memoirs Of The American Entomological Institute*, v. 80, p. 113-127, 2007.

FERNÁNDEZ, F.; SENDOYA, S. **Synonymic list of Neotropical ants (Hymenoptera: Formicidae).** *Biota Colombiana, Bogotá*, v.5, n. 1, p. 3-105, jun. 2004.

FONTES, L. S.; ALMEIDA FILHO, A. J. de. **NOTA CIENTÍFICA: Formigas do Parque Ambiental de Teresina, Piauí, Brasil.** *Brazilian Journal Of Agriculture - Revista de Agricultura*, v. 77, n. 3, p. 391-400, 2015.

FOWLER, H. G. *et al.* **Ecologia nutricional das formigas.** In: Panizi, A. R. e Parra, J. R. P. (eds), **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas.** São Paulo, Editora Manole e CNPq, 359p, 1991.

FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. **Zoologia dos Invertebrados.** Rio de Janeiro: Editora Roca, 2016. 716 p.

HARADA, A. Y.; KETELHUT, S. M. **Formigas da Reserva Florestal Adolpho Duck: Um grupo ainda pouco estudado?** In: Fonseca, C. R.; Magalhães, C. U.; Rafael, J. A. e Franklin, E. (eds.), **A fauna de artrópodes da Reserva Flores Adolpho Duck**, 1 ed. Manaus. INPA, 1, p.231-248, 2009.

HÖGMO, O. **Some new or interesting ants species from Gran Canaria, Canary Islands (Hymenoptera, Formicidae).** *Vieraea*, Santa Cruz de Tenerife, v. 31, p. 197-200, jan. 2003.

HÖLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants.** Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1990.

LEAL, I.R. **Diversidade de formigas em diferentes unidades de paisagem da Caatinga.** In: LEAL, I.R. *et al.* (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga.** Recife: Editora Universitária da UFPE. p. 435-462, 2003.

MACHADO, R. R. B. **Diversidade arbóreo-arbustiva da caatinga e cerrado piauienses: uma aplicação ao meio urbano.** (Tese de doutorado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2010.

PEÇANHA, M. P. *et al.* **Formiga em Hospitais.** IV Congresso Internacional de Controle de Vetores e Pragas, p.27-29, 2002.

PEREIRA, I.M. *et al.* **Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano.** Acta Botanica Brasilica, 15: 413-425, 2001.

RAMOS, L. S. **Impacto de práticas silviculturais sobre a diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em eucaliptais.** Lavras, 2001. 111p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

RAMOS, L.S. *et al.* **Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em áreas de cerrado stricto sensu em Minas Gerais.** Lundiana, 4: 95-102, 2003.

SANTOS, M. N. **Research on urban ants: approaches and gaps.** Insectes Sociaux, v. 63, n. 3, p. 359–371, 2016.

SEMPPLAN – SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO. Revisão e Atualização do Plano Diretor do Município de Teresina – PI. Leitura Técnica 2º Produto. 2017 Disponível em: <http://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2018/09/Teresina_Produto-2.pdf> Acessado em 04 set. 2020.

SILVA, E.J.E.; LOECK, A.E. **Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS.** Revista Brasileira de Agrocência., v.5, n.3, p.220-224, 1999.

SOLIS, D. R. *et al.* **Observações sobre a biologia da formiga invasora *Paratrechina longicornis* (Latreille, 1802) (Hymenoptera, Formicidae) em ambiente urbano brasileiro.** Revista Brasileira de Zociências, Juiz de Fora, v. 9, n. 1, p. 75-80, jan. 2007.

SOUZA, J. L. P. *et al.* **Diversidade de espécies dos gêneros de *Crematogaster*, *Gnamptogenyse* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) e complementaridade dos métodos de coleta durante a estação seca numa estação ecológica no estado do Pará, Brasil.** Acta Amazonica, v. 37 n. 4, p. 649 - 656, 2007.

VASCONCELOS, H. L. *et al.* **Responses of ants to selective logging of a central Amazonian forest.** Journal Of Applied Ecology, v. 37, p. 508-514, 2000.

WILSON, E. O. 1971. **The Insect Societies.** Cambridge, Belknap. 548p.

ZORZENON, F. J. *et al.* **Principais pragas da arborização urbana II: formigas carpinteiras.** São Paulo: Instituto Biológico, 2011. (Comunicado técnico, 166).

INFLUÊNCIA DO ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL SOBRE A PRODUÇÃO DE RATOS LEWIS EM UM CENTRO DE PESQUISA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Fernanda Marques da Silva

Centro de Cardiologia Experimental – Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, <http://lattes.cnpq.br/2159572407281577>

Luciele Varaschini Teixeira

Centro de Cardiologia Experimental – Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, <http://lattes.cnpq.br/3122905855344892>

Patrícia Sesterheim

Centro de Cardiologia Experimental – Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, <http://lattes.cnpq.br/7089211577795442>

RESUMO: O bem-estar animal está relacionado ao bom estado físico e mental, pois os estímulos recebidos pelo indivíduo influenciam diretamente o seu comportamento. O enriquecimento ambiental é um antigo método, que oferece bem-estar aos animais de laboratório. Os ratos da linhagem Lewis apresentam como características principais ansiedade e baixa fertilidade, assim, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do enriquecimento ambiental sobre a produção de ratos Lewis criados e mantidos, em padrão sanitário convencional, no Centro de Cardiologia Experimental (CCE) do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul. Durante cinco meses foram analisados índices zootécnicos e comportamentais de animais provindos de três acasalamentos monogâmicos e mantidos em

caixa padrão para espécie sem enriquecimento, e animais provindos de outros três acasalamentos monogâmicos alojados em caixas padrão para a espécie enriquecidas com canos de PVC (20 x 8cm), alternados com papel toalha e máscaras cirúrgicas estéreis. Embora os índices analisados não tenham apresentado diferença estatística, observou-se melhor desempenho dos reprodutores com enriquecimento ambiental. As taxas de natalidade e prolificidade dos acasalamentos com enriquecimento foram de 100% e 19%, respectivamente, enquanto que, em acasalamentos sem enriquecimento essas taxas baixaram para 95% e 7%, respectivamente. Ainda, a taxa de produtividade com enriquecimento foi de 35% e sem enriquecimento baixou para 18%. Os animais que não receberam enriquecimento ambiental apresentaram sinais de estresse, indicados pela presença de porfirina nos olhos e narinas e piloereção. Concluímos assim, que a presença de objetos no ambiente promoveu maior bem-estar aos animais, diminuindo o estresse e aumentando a produção nesta linhagem.

PALAVRAS-CHAVE: Lewis; Enriquecimento ambiental; Índices zootécnicos.

ENVIRONMENTAL ENRICHMENT INFLUENCE ON LEWIS RATS PRODUCTION IN A RESEARCH CENTER

ABSTRACT: Animal welfare is related to good physical and mental condition, as the stimuli received by the individual directly influence his behavior. Environmental enrichment is an old method that offers well-being to laboratory animals. Lewis rats have anxiety and low fertility as main characteristics, so this study aimed to

evaluate the influence of environmental enrichment on the production of Lewis rats raised and maintained, in a conventional health standard at the Experimental Cardiology Center (ECC) of the Cardiology Institute of Rio Grande do Sul. For five months zootechnical and behavioral indices of animals from three monogamous matings and kept in standard boxes for species without enrichment were analyzed, and animals from three other monogamous matings housed in standard boxes for species enriched with PVC pipes (20 cm x 8 cm), alternated with paper towels and sterile surgical masks. Although the analyzed indexes did not present statistical difference, a better performance of the breeders with environmental enrichment was observed. The birth rates and prolificacy of enriched matings were 100% and 19%, respectively, whereas in matings without enrichment these rates dropped to 95% and 7%, respectively. In addition, the productivity rate with enrichment was 35% and without enrichment it dropped to 18%. Animals that did not receive environmental enrichment showed signs of stress, indicated by the presence of porphyrin in the eyes and nostrils and piloerection. We conclude, therefore, that the presence of objects in the environment promoter greater welfare for the animals, reducing stress and increasing production in this strain.

KEYWORDS: Lewis; Environmental enrichment; Zootechnical indices.

1 | INTRODUÇÃO

As questões fundamentais como ética e bem-estar animal têm atraído a atenção da sociedade em torno da prática crescente da utilização de animais em projetos de pesquisa. O conceito oficial de bem-estar animal foi citado pela primeira vez em 1965 pelo comitê Brambell, um grupo denominado pelo Ministério da Agricultura da Inglaterra para avaliar as condições em que os animais eram mantidos no sistema de criação intensiva naquele país. Um dos conceitos mais populares de bem-estar animal foi dado por Barry Hughes que o define como “*um estado de completa saúde física e mental, em que o animal está em harmonia com o ambiente que o rodeia*”. Ainda, Broom (1986) define bem-estar animal como o estado de um indivíduo durante suas tentativas de se ajustar ao ambiente. Este conceito está relacionado a outros conceitos como os de necessidade, liberdade, felicidade, competição, controle, sensações, sofrimento, dor, ansiedade, medo, estresse, saúde e tédio.

Muitos fatores associados às necessidades individuais, vida em cativeiro, eventos ameaçadores e/ou estímulos aversivos podem acarretar desequilíbrio físico e psicológico e ameaçar a homeostasia do organismo. O bem-estar dos animais depende fortemente das sensações, percepções, cognição e motivação individuais. Com a discussão sobre a melhora na qualidade de vida de animais em laboratórios, uma das formas de garantir o bem-estar dos animais cativos é através do enriquecimento ambiental.

O enriquecimento ambiental constitui-se de uma série de métodos e procedimentos que modificam o ambiente físico ou social do cativeiro, após a identificação das necessidades comportamentais dos animais. Ou seja, o enriquecimento ambiental é um modelo experimental em que os animais são condicionados a um ambiente que potencializa

as interações sociais e desenvolve a estimulação motora e sensorial.

A utilização de objetos como brinquedos e túneis, gera uma variedade de estímulos no animal, oportunizando o contato social e sua capacidade cognitiva. Assim, animais que vivem em ambientes enriquecidos podem responder melhor a estímulos adversos do que os animais que vivem em ambientes controlados, uma vez que são mais capazes de expressar seu comportamento natural. Logo, a manutenção de animais de laboratório em ambientes controlados para pesquisas tem sido questionada, uma vez que o ambiente padrão não fornece às demandas necessárias para a espécie, o que resulta em variação dos resultados nas pesquisas.

O enriquecimento ambiental, além de diminuir o estresse, faz com que o animal seja tranquilo, dócil e fácil de manejar. Logo, o desempenho zootécnico pode estar relacionado ao nível de bem-estar, pois quando os animais tentam se adaptar a um ambiente inadequado, seus recursos são desviados para responder aos agentes estressantes, diminuindo a capacidade de expressar seu potencial zootécnico. Em biotérios de produção é de extrema importância que os índices biológicos e zootécnicos de uma linhagem ou colônia sejam monitorados, possibilitando avaliar a eficácia da reprodução e atender a demanda de animais em um determinado período com eficiência. Os principais índices a se destacar em um biotério de produção são a taxa de fertilidade, taxa de prolificidade, índice de natalidade e índice de produtividade.

Considerando que o enriquecimento ambiental consiste em uma série de medidas que modificam o ambiente físico ou social do animal, proporcionando condições para o desempenho de suas necessidades etológicas e aumento de taxas reprodutivas, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do enriquecimento ambiental nos índices zootécnicos de unidades reprodutivas de ratos Lewis.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A linhagem escolhida como modelo biológico deste projeto foi criada e mantida em padrão sanitário convencional, no Centro de Cardiologia Experimental (CCE) do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul. As condições ambientais incluíram fotoperíodo de 12 horas claro/escuro (07:00/19:00), temperatura (21 a 24°C) e umidade (55±5%) controladas. Os animais foram mantidos em gaiolas devidamente identificadas, com dimensões de 41 x 34 x 16 cm, em cama de maravalha de pinus selecionada e autoclavada, alimentados com ração balanceada padrão para roedores (Nuvilab CR-1® - Nuvital) e água *ad libitum*. Todos os procedimentos realizados estavam de acordo com o preconizado pela Lei Arouca (Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008), pelas diretrizes do CONCEA e pela Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório.

Para determinação do tamanho mínimo da amostra com nível de confiança de 95%, considerando a uniformidade genotípica destes animais (superior a 98,7%) foi utilizado o

software estatístico Minitab® 17. Os animais foram distribuídos da seguinte forma:

Grupo	Ambiente	Nº machos	Nº fêmeas	Nº unidades reprodutivas
Controle (GC)	Nu	3	3	3 (n=6)
Experimental (GE)	Enriquecido	3	3	3 (n=6)

Tabela 1 – Distribuição das unidades reprodutivas nos grupos.

Foram realizados no mesmo dia, seis acasalamentos monogâmicos (unidades reprodutivas), respeitando o método *Brother & Sister* (*irmãos x irmãs*) exigido para manter a linhagem consanguínea de Lewis. Três unidades reprodutivas foram eleitas como Grupo Controle (GC) em que o microambiente, assim como procede em todo biotério, era constituído de caixa padronizada para linhagem (41 x 34 x 16 cm), cama de maravalha de pinus selecionada e autoclavada, grade compatível com a caixa, nicho para ração (Nuvilab CR-1® - Nuvital) e água. Dieta oferecida *ad libitum*. A ausência de enriquecimento ambiental foi caracterizada como ambiente nu. O Grupo Experimental (GE), foi constituído de 3 unidades reprodutivas alojadas em caixas padronizadas para linhagem (41 x 34 x 16 cm), cama de maravalha de pinus selecionada e autoclavada, canos de PVC (20 x 8 cm) autoclavados *ou* máscaras cirúrgicas estéreis (fixadas nas grades como redes de descanso) *ou* papel toalha para confecção de ninhos, grade compatível com a caixa, nicho para ração (Nuvilab CR-1® - Nuvital) e água. Dieta oferecida *ad libitum*. Os três diferentes materiais foram oferecidos isoladamente às três unidades reprodutivas, modificando-os a cada sete dias, caracterizando um ambiente enriquecido.

O levantamento dos índices zootécnicos da colônia monogâmica foi realizado com base nos dados coletados e registrados nas fichas de identificação de cada unidade reprodutiva. As taxas e os índices da colônia foram calculados de acordo com as seguintes fórmulas:

- I. *Taxa de natalidade* - Representada pela divisão (quociente) entre o número total de filhotes nascidos vivos e o número total de filhotes nascidos (vivos e/ou mortos) multiplicados por cem;
- II. *Taxa de prolicidade* - Representada pela divisão (quociente) entre o número total de filhotes e o número de fêmeas multiplicados por cem;
- III. *Índice de produtividade* - Representada pela divisão (quociente) entre o número de filhotes desmamados e o número de dias entre acasalamento e último desmame;

A partir dos resultados obtidos com o teste de normalidade foram utilizados testes comparativos para os experimentos propostos. As análises dos índices zootécnicos foram realizadas a partir dos dados organizados e listados no programa Microsoft Excel 2003®.

Para a análise estatística foi utilizado o teste *t* de Student.

3 I RESULTADOS

Embora os índices analisados não tenham apresentado diferença estatística, percebeu-se um melhor desempenho dos reprodutores com enriquecimento ambiental. As taxas de natalidade e prolificidade dos acasalamentos com enriquecimento foram de 100% e 19%, respectivamente, enquanto que essas taxas em acasalamentos sem enriquecimento foram de 95% e 7%, respectivamente. Os dois grupos apresentaram taxa de mortalidade ao desmame igual a zero. A taxa de produtividade da linhagem Lewis com o enriquecimento foi de 35% e sem enriquecimento foi 18% (Figura 1).

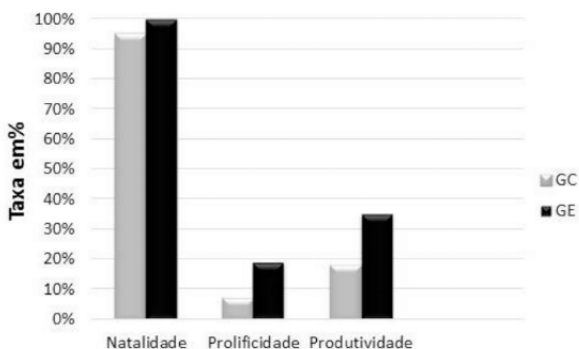


Figura 1 - Análise dos índices zootécnicos do grupo controle e do grupo experimental.

Os reprodutores sem enriquecimento ambiental apresentaram sinais de estresse, indicados pela presença de porfirina nos olhos e narinas (Figura 2A), além de piloereção (Figura 2B). Mesmo diante da característica de baixa fertilidade inerente à linhagem Lewis, os animais mantidos em ambiente enriquecido apresentaram melhor desempenho reprodutivo e não apresentaram sinais de estresse.

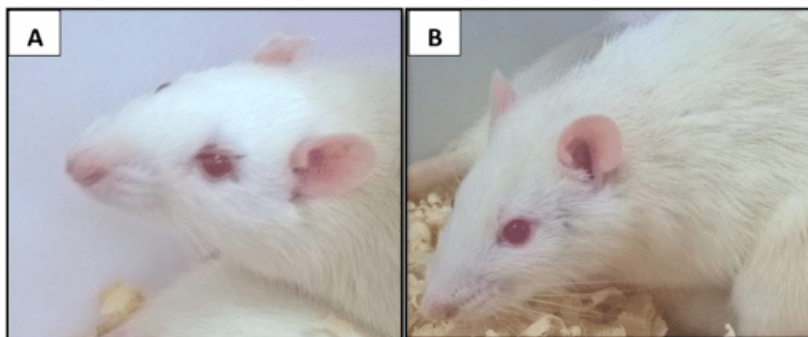


Figura 2 - Sinais de estresse nos animais do GC. **A)** Cromodaciorréia (porfirina) em macho do GC. **B)** Piloereção em macho do GC.

4 I CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

O enriquecimento ambiental e comportamento de animais de laboratório são assuntos complexos, que ainda devem ser mais bem difundidos e pesquisados e devem ser implementados em ambientes impróprios para amenizar os efeitos negativos de alojamentos inapropriados para os animais. Assim, uma vez que o enriquecimento é aplicado ao ambiente apropriado, acaba por fornecer estimulação adicional e explicitar o comportamento natural dos animais.

Concluímos assim, que a presença de objetos promoveu maior bem-estar aos animais, denotando a importância do enriquecimento ambiental, não apenas para diminuir o estresse como também para o aumento na produção de linhagens com baixa produtividade.

REFERÊNCIAS

ARAC. **Enrichment strategies for rodents in the laboratory**. 2004. Disponível em: <http://oacu.od.nih.gov/>. Acesso em: 02 dez. 2019.

BOERE, V. **Environmental enrichment for neotropical primates in captivity**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 543-541, 2001.

BRAGGIO, M.M.; MARTINS, A.R.S.; VALERO, V.B. **Influência do manejo na produtividade e no desenvolvimento de camundongos (*mus musculus*)**. *Arquivo do Instituto Biológico de São Paulo*, São Paulo, 2003, 70, (2):149-153.

BROOM, D. M. **Animal welfare: concepts and measurement**. *Journal of Animal Science*, U.S.A., v. 68, p. 4167-4175, October 1991.

CLARK, J.D.; RAGER, D.R; CALPIN, J.P. **Animal well-being II. Stress and Distress**. *Laboratorial Animal Science*, U.S.A, v.47, n.6, p.571-579, December 1997.

GALHARDO, Leonor e OLIVEIRA, Rui. **Bem-estar animal: um conceito legítimo para peixes?**. *Rev. etol.* [online]. 2006, vol.8, n.1, pp. 51-61. ISSN 1517-2805.

HUGHES, B.O., 1976. **Behaviour as index of welfare**. pp. 1005-1018 in Proc. 5thEur. Poultry Conf., Malta.

SEGOVIA, G.; ARCO, A.; MORA, F. **Environmental enrichment, prefrontal córtex, stress, and aging of the brain**. Journal of Neural Transmission, v. 116, n. 8, p. 1007-1016. 2009.

SIEGEL, P. B., W. B. GROSS. **General principles of stress and well-being**. In: Livestock Handling and Transport. T. Grandin, ed. CABI, Wallingford, UK, 2000.

VAN DE WEERD, H. *et al.* **Effects of environmental enrichment for mice: variation in experimental results**. Journal Applied Animal Welfare Science, v. 5, n. 2, p. 87-109, 2002.

CAPÍTULO 14

PROCEDIMENTOS DA BIOLOGIA MOLECULAR UTILIZADAS PARA DESVELAR CRIMES

Data de aceite: 01/10/2020

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar

Maria das Dores Ferreira Nobre

Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

Lulucha de Fátima Lima da Silva

Bruna Jaqueline Sousa Nobre

Fernanda Karolina Sanches de Brito

Domingas Machado da Silva

Luana Almeida dos Santos

Edson Alves Menezes Júnior

Dinalia Carolina Lopes Pacheco

Antenor Matos de Carvalho Junior

Rodrigo Ruan Costa de Matos

RESUMO: INTRODUÇÃO: O reconhecimento humano através da análise do DNA (Ácido Desoxirribonucléico) e do RNA (Ácido Ribonucléico), segundo Bonaccorso (2015), possibilitou a identificação de procedimentos da biologia molecular como auxílio na investigação criminal. Dentre os materiais genéticos, os vestígios biológicos, muitas vezes encontrados no cenário do crime. Para Anselmo (2014), alcançamos resultados precisos mediante a justiça criminal. **OBJETIVOS:** Pretende-se

identificar quais os métodos da biologia molecular e a genética forense dispõe para desvendar os diversos tipos de crimes por intermédio dos marcadores moleculares **METODOLOGIA:** Estudo bibliográfico utilizando-se os descritores: DNA forense, técnicas de biologia molecular na perícia criminal, PCR, nos indexadores SciELO (Scientific Electronic Library Online) e LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), em língua portuguesa e inglesa. Como critérios de seleção foram apreciados os artigos com dados bibliográficos que abordam métodos usados para desvendar crimes, assim como informações específicas correlacionadas ao assunto. Em seguida foi feita uma leitura analítica para ordenar as informações e identificar o objeto de estudo. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Identificou-se diante dos vários métodos da Biologia Molecular utilizados na perícia criminal, a Reação em Cadeia da Polimerase é utilizada na identificação do DNA, por ter baixo custo, aplicabilidade acessível e alta especificidade. Ademais, a outros métodos como a Eletroforese, o Polimorfismo no Comprimento de Fragmentos de Restrição (RFLP), e o Southern Blotting (por sequência de DNA de eletroforese em gel). **CONCLUSÃO:** A biologia molecular favoreceu estudos em diversas áreas e trouxe novos métodos para análise do DNA e da ciência forense na elucidação de casos criminalísticos através da amostra biológica de origem humana, que permite a investigação da amostra questionada, com a amostra referência, permitindo várias cópias de apenas um pequeno fragmento do DNA. Dos métodos considerados eficientes a Reação em Cadeia da Polimerase,

técnica de alta especificidade, apesar o aparecimento de rastros e manchas, quando a amostra biológica é de má qualidade, contaminada ou fragmentada.

PALAVRAS-CHAVE: PCR; Genética forense; Polimorfismo; Investigação criminal.

MOLECULAR BIOLOGY PROCEDURES USED TO UNVEIL CRIMES

ABSTRACT: INTRODUCTION: Human recognition through the analysis of DNA (Deoxyribonucleic Acid) and RNA (Ribonucleic Acid), according to Bonaccorso (2015), made it possible to identify molecular biology procedures as an aid in criminal investigation. Among genetic materials, biological traces, often found in the crime scene. For Anselmo (2014), we achieve accurate results through criminal justice. **OBJECTIVES:** It is intended to identify which methods of molecular biology and forensic genetics have to unveil the different types of crimes through molecular markers **METHODOLOGY:** Bibliographic study using the descriptors: forensic DNA, molecular biology techniques in criminal expertise PCR, in the SciELO (Scientific Electronic Library Online) and LILACS (Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences) indexes, in Portuguese and English. As selection criteria, articles with bibliographic data addressing methods used to solve crimes, as well as specific information related to the subject, were assessed. Then an analytical reading was made to order the information and identify the object of study. **RESULTS AND DISCUSSION:** It was identified in view of the various methods of Molecular Biology used in criminal investigation, the Polymerase Chain Reaction is used in the identification of DNA, due to its low cost, accessible applicability and high specificity. In addition, to other methods such as Electrophoresis, Polymorphism in the Length of Restriction Fragments (RFLP), and Southern Blotting (by DNA sequence of gel electrophoresis). **CONCLUSION:** Molecular biology favored studies in several areas and brought new methods for analyzing DNA and forensic science to elucidate criminal cases through the biological sample of human origin, which allows the investigation of the questioned sample, with the reference sample, allowing several copies of just a small fragment of DNA. Of the methods considered efficient, the Polymerase Chain Reaction, a highly specific technique, despite the appearance of traces and stains, when the biological sample is of poor quality, contaminated or fragmented.

KEYWORDS: PCR; Forensic genetics; Polymorphism; Criminal investigation.

REFERÊNCIAS

ANSELMO, M. de S. **Modelo Didático Sobre o Dogma Central da Biologia Molecular**. 2014. 26f. Monografia (Conclusão do Curso de Especialização em Genética para Professores do Ensino Médio, Modalidade de Ensino a Distância) - Universidade Federal do Paraná, Paraná. 2014.

BONACCORSO, N. S. **Aplicação do Exame de DNA na Elucidação de Crimes**. 2015. 156f. Dissertação (Mestrado em Medicina Forense) – Curso de direito, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

MÉTODO SOROLÓGICO E MOLECULAR DA TOXOPLASMOSE

Data de aceite: 01/10/2020

Lília Maria Nobre Mendonça de Aguiar

Maria das Dores Ferreira Nobre

Jocireudo de Jesus Carneiro de Aguiar

Lulucha de Fátima Lima da Silva

Bruna Jaqueline Sousa Nobre

Fernanda Karolina Sanches de Brito

Domingas Machado da Silva

RESUMO: INTRODUÇÃO: A toxoplasmose consiste em uma parasitose causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii* (BATISTA e GOMES, 2018). Essa patologia reflete uma ampla distribuição de alta prevalência na população humana, no Brasil, identifica-se uma soroprevalência entre 54% a 75%. As formas de disseminação são por meio da ingestão de carne crua ou malcozida, água ou alimento contendo o parasita (Cantos et al., 2000; Dante, Marini e Zuim, 2012). **OBJETIVOS:** Pretende-se por meio deste elucidar os aspectos do diagnóstico sorológico e molecular da toxoplasmose. Averiguou-se grande disponibilidade de testes sorológicos e moleculares para diagnóstico da infecção por *Toxoplasma gondii*, ademais, foi possível identificar a importância do conhecimento acerca da infecção pelos profissionais de saúde, considerando que o diagnóstico correto

resulta da correlação das variáveis clínicas com os resultados das análises laboratoriais.

METODOLOGIA: Trata-se de uma abordagem qualitativa, do tipo revisão bibliográfica sistemática, utilizando-se fontes por meio dos bancos de dados da SciELO e Google, usando como descritores as seguintes palavras-chave: toxoplasmose, diagnóstico e PCR, onde foram filtrados trabalhos publicados com data a partir do ano de 2000, considerando o idioma português.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Dentre os métodos diagnósticos disponíveis, podem ser os parasitológicos, pela confirmação do parasito, sorológicos, pelas reações imunológicas, ou moleculares, pelas reações de cadeias de polimerase. Os procedimentos sorológicos são os mais amplamente empregados, o que se relaciona com o custo, reprodutibilidade e acessibilidade. A Reação em cadeia da Polimerase (PCR) tem seu uso relacionado aos casos de baixa parasitemia e pré-natal, proporcionando o diagnóstico com agilidade e tratamento correto. **CONCLUSÃO:** O acesso aos métodos para a detecção da infecção pelo *Toxoplasma gondii*, atende as necessidades clínicas para o seu diagnóstico e tratamento correto, além da viabilidade do estudo científico da fisiopatologia da toxoplasmose em termos de conhecimento epidemiológico da doença, propiciando a elaboração de políticas públicas para a sua prevenção.

PALAVRAS-CHAVE: Toxoplasmosis; Diagnosis; PCR.

SOROLOGICAL AND MOLECULAR

METHOD OF TOXOPLASMOSIS

ABSTRACT: INTRODUCTION: Toxoplasmosis consists of a parasitosis caused by the protozoan *Toxoplasma gondii* (BATISTA and GOMES, 2018). This pathology reflects a wide distribution of high prevalence in the human population, in Brazil, a seroprevalence belly is identified 54% to 75%. The forms of dissemination are through the ingestion of raw or undercooked meat, water or food containing the parasite (Cantos et al., 2000; Dante, Marini and Zuim, 2012). **OBJECTIVES:** It is intended to elucidate aspects of the serological and molecular diagnosis of toxoplasmosis. There was a great availability of serological and molecular tests for the diagnosis of *Toxoplasma gondii* infection, in addition, it was possible to identify the importance of knowledge about infection by health professionals, considering that the correct diagnosis results from the correlation of clinical variables with the results of laboratory analysis. **METHODOLOGY:** It is a qualitative approach, of the systematic bibliographic review type, using sources through the databases of SciELO and Google, using the following keywords as descriptors: toxoplasmosis, diagnosis and PCR, where works were filtered published with date from the year 2000, considering the Portuguese language. **RESULTS AND DISCUSSION:** Among the diagnostic methods available, they can be parasitological, by confirming the parasite, serological, by immunological reactions, or molecular, by polymerase chain reactions. Serological procedures are the most widely used, which is related to cost, reproducibility and accessibility. The Polymerase Chain Reaction (PCR) has its use related to cases of low parasitemia and prenatal care, providing the diagnosis with agility and correct treatment. **CONCLUSION:** Access to methods for the detection of *Toxoplasma gondii* infection, meets the clinical needs for its diagnosis and correct treatment, in addition to the viability of the scientific study of the pathophysiology of toxoplasmosis in terms of epidemiological knowledge of the disease, enabling the development of policies for its prevention.

KEYWORDS: Toxoplasmosis; Diagnosis; PCR.

REFERÊNCIAS

BATISTA, G. L. de L. R. e GOMES, S. R. L. **Diagnóstico sorológico e molecular da toxoplasmose.** 2018. 11f. Artigo Científico (Bacharel em Biomedicina) – Centro Universitário São Lucas. Porto Velho, 2018.

CANTOS, G. A. et al. Toxoplasmose: Ocorrência de anticorpos anti-Toxoplasma gondii diagnóstico. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 46, n. 4. pp. 335-41, 2000.

DANTE, E. F. C.; MARINI, D. C. e ZUIM, N. R. B. Estudo da Frequência de Soropositividade para toxoplasmose em pacientes do município de Mogi Guaçu, SP. **FOCO**, v. 3, n. 3, pp. 67-80, 2012.

CAPÍTULO 16

PROFISSIONAIS DOS CUIDADOS DE SAÚDE, DIGNIDADE HUMANA E BIOÉTICA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/08/2020

Marcelo Haponiuk Rocha

Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba-Pr.
<http://lattes.cnpq.br/4118679745997164>

Marcia Regina Chizini Chemin

Centro Universitário Internacional Uninter,
Curitiba-Pr.
<https://orcid.org/0000-0002-2673-5107>

Jussara Maria Leal de Meirelles

Pontifícia Universidade Católica do Paraná,
Curitiba-Pr.
<http://lattes.cnpq.br/4529757654653578>

RESUMO: O trabalho - exercício de uma atividade laboral - situa-se, atualmente, no eixo central da vida humana, razão pela qual, pode ser visto como elemento realizador das aspirações positivas do indivíduo ou, em sentido negativo, assumir características iatrogênicas. Especificamente nas atividades de profissionais dos cuidados de Saúde, as alterações no entendimento do objeto de trabalho desses profissionais (doença, bem-estar) também modificaram o valor, concepção e tratamento social lhes dispensado e, por consequência, as cobranças. Se antes a finalidade era a cura da doença, atualmente, além do cuidado, busca-se a compreensão, por parte dos/as profissionais, da manutenção das relações que o/a eventual paciente mantém com seu entorno. Por outro lado, o exercício

profissional que era equiparado ao sacerdócio, passou -- sem se desapegar integralmente dessa concepção -- a assumir caráter contratual com semelhanças a outras relações de trabalho, especificamente mais vinculado com as prestações de serviços e, com menos vigor, de consumo. Isso tudo, gerando consequências no ser humano trabalhador. O objetivo desta revisão de literatura, com análise crítica, é desenvolver reflexões sobre essa temática exposta na perspectiva bioética. Verificou-se que esforços têm sido empreendidos no sentido de equilibrar os efeitos do trabalho na dignidade humana - uma opção prudente - utilizando a Bioética como ponte capaz de atrair diversos ramos já desenvolvidos do conhecimento humano -- que via de regra tratam de forma isolada situações que ultrapassam limites das áreas específicas - e alguns elementos interpretativos do Direito, da Sociologia, da Filosofia, da Antropologia, e da Teologia. À guisa de conclusão é admissível que norteados pela Bioética, seja possível compatibilizar as necessidades de pacientes com o respeito a profissionais dos cuidados de Saúde que também são detentores de dignidade.

PALAVRAS-CHAVE: Bioética. Dignidade Humana. Profissionais dos cuidados de Saúde.

HEALTH CARE PROFESSIONALS, HUMAN DIGNITY AND . BIOETHICS

ABSTRACT: The work - carrying out a work activity - is currently located at the central axis of human life, which is why it can be seen as an element that fulfills the individual's positive aspirations or, in a negative sense, takes on iatrogenic characteristics. Specifically in the

activities of health care professionals, changes in the understanding of the object of work of these professionals (illness, well-being) also changed the value, concept and social treatment given to them and, consequently, in the charges. If before the purpose was to cure the disease, nowadays, in addition to care, the professionals seek to understand the maintenance of the relationships that the eventual patient maintains with his surroundings. On the other hand, the professional exercise that was assimilated to the priesthood, started - without completely detaching from this conception - to assume a contractual character with similarities to other work relationships, specifically more linked to the provision of services and, with less vigor, consumption. All of this, generating consequences for the working human being. The objective of this literature review, with critical analysis, is to develop reflections on the theme exposed in the bioethical perspective. It was found that efforts have been made to balance the effects of work on human dignity – a prudent option – using Bioethics as a bridge capable of attracting several already developed branches of human knowledge -- which as a rule treat in isolation situations that go beyond the limits of specific areas -- and some interpretative elements of Law, Sociology, Philosophy, Anthropology, and Theology. As a conclusion, it is permissible that guided by Bioethics, it is possible to reconcile the needs of patients with respect for health care professionals who are also dignity holders.

KEYWORDS: Health care professionals. Human dignity. Bioethics.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos estudos na Bioética direcionou-se, inicialmente, às questões relacionadas à Saúde e, com grande ênfase na relação entre profissionais dos cuidados de Saúde e as pessoas enfermas. E, especificamente nessa perspectiva, o foco que prevaleceu voltou-se à observação da pessoa enferma, com modelos interpretativos ou teóricos propostos e criados buscando o respeito à sua dignidade.

Com efeito, uma vez admitida e reconhecida a dignidade como condição inerente ao ser humano - conforme se espera descrever neste texto - as garantias decorrentes deveriam acolher todos os sujeitos envolvidos na relação presente nos cuidados de Saúde, acarretando efeitos positivos às pessoas envolvidas. Desse modo, tanto profissionais quanto pacientes -- sob o olhar da Bioética – devem ser considerados na sua inteireza bio-psico- socio-espiritual, e, na relação nos cuidados de Saúde, soma-se o trabalho que realizam e a doença que lhes acomete.

Paralelamente, o trabalho -- exercício de uma atividade laboral -- situa-se, atualmente, no eixo central da vida humana. Razão pela qual, o trabalho, pode ser visto como elemento realizador das aspirações positivas do indivíduo ou, em sentido negativo, assumir características iatrogênicas.

As concepções dos termos dignidade e trabalho nem sempre refletiram valores ideais da atualidade. Tanto uma como outra, já possuíram carga discriminatória, reafirmando e fundamentando desigualdades de tratamento, *status* social, ou submissão de grupos a restritas atividades laborais.

Busca-se nesse texto, inicialmente identificações históricas dos valores atribuídos aos termos “trabalho humano” e “dignidade humana” no curso do desenvolvimento da existência humana. Optou-se, entre as inúmeras possibilidades, por pincelar momentos que marcaram – como valores positivos, isto é, a ser respeitado/protegido/implementados – suas afirmações podendo servir de ferramentas na tentativa de compreender os motivos e motivações pelos quais “trabalho” e “dignidade humana” são termos bem recebidos atualmente.

Por bem, é de ser lembrado que as inúmeras respostas encontradas – para a recepção positiva dos termos -- variam conforme as diferentes perspectivas: histórica, social, cultural ou pela área do saber em que são abordadas. Esse resultado se mostra vinculado às funções, às motivações, aos questionamentos que, por sua vez, podem influenciar na condução da busca pretendida, nos significados ou na sua compreensão.

Especificamente nas atividades de profissionais dos cuidados de Saúde, as alterações no entendimento do seu objeto de trabalho também modificaram o valor, concepção e tratamento social que lhes é dispensado. Não é diferente quanto às cobranças que lhes são feitas.

Ao fim, revisitados os termos, destaca-se, esforços têm sido empreendidos no sentido de equilibrar os efeitos do trabalho na dignidade humana -- uma opção prudente – utilizando a Bioética como ponte capaz de atrair diversos ramos já desenvolvidos do conhecimento. No decorrer do presente texto, pretende-se apresentar como possível que a Bioética seja uma ferramenta norteadora para compatibilizar as necessidades de pacientes e o respeito a profissionais dos cuidados de Saúde, também detentores de dignidade.

2 | O TRABALHO E O TRABALHO DO PROFISSIONAL DE SAÚDE

Trabalho e dignidade são termos que caminham juntos, representando valores reconhecidos como relevantes, garantidos, e estimulados na sua busca e execução, ao menos, na maioria das sociedades atuais. Contudo, voltando o olhar ao passado histórico, verifica-se que dignidade e trabalho situavam-se nos extremos opostos das escalas valorativas dos povos em relação às atuais.

2.1 Trabalho: Breve Histórico

Martins (2006) constrói um retrato histórico relacionando a importância do trabalho para a humanidade. Destaca, inicialmente, que na Bíblia o trabalho poderia ser considerado como castigo imposto a Adão que teve de trabalhar para comer, em razão de ter comido o fruto proibido. Segue indicando a origem da palavra no latim *tripalium*, instrumento de tortura de três paus ou uma canga que pesava sobre os animais. O autor destaca algumas perspectivas do trabalho na história, ou como foi considerado em dados períodos: escravidão (nas civilizações antigas); servidão na época medieval; ofício de poucos (corporações de ofício); e o trabalho como mercadoria a partir da Revolução Francesa.

Hannah Arendt (2015) destaca que o trabalho não era considerado suficientemente digno para constituir um *bios*, um modo de vida autônomo e humano, pois ao servir e produzir o necessário e útil não haveria liberdade e independência das necessidades e carências humanas. A atividade do trabalho era desprezada, face à luta pela libertação da necessidade e o esforço exigido; na Antiguidade a valorização era refletida na atividade política sem esforço físico.

Pode-se reconhecer que o valor negativo dado ao trabalho persistiu, na maioria das sociedades, até recentemente. Afinal, até o final do século XIX, ainda era “legitimado” e “legalizado” por alguns Estados o sistema escravocrata e, aqueles demais trabalhadores (não escravizados), se não eram subjugados também não eram valorizados.

O período da servidão marcaria a transição, tanto do trabalho quanto da atividade, do *status* absolutamente negativo legado à escravidão para a formação do reconhecimento como valores positivos. A importância do trabalho, nesse passo, já toma o rumo de assegurar a vida humana e acrescenta um elemento à fórmula trabalho/esforço físico mais próximo à dimensão que representa o trabalho na atualidade: como valor digno de atenção e proteção tanto da “atividade do trabalho” quanto do trabalhador.

No plano dos órgãos internacionais, salienta-se o Tratado de Versalhes (1919), prevendo a criação da Organização Internacional do Trabalho (OIT), com a finalidade precípua de proteger as relações entre empregados e empregadores no âmbito internacional, expedindo convenções e recomendações nesse sentido (LEITÃO, 2016). A Declaração Universal dos Direitos Humanos (ONU, 1948) prevê alguns direitos aos trabalhadores, como a limitação razoável do trabalho, férias remuneradas periódicas, repouso e lazer, etc.

2.2 Trabalho na Área da Saúde

O desenvolvimento histórico das práticas em Saúde é descrita por Oguisso (2014), que aponta o cuidado materno como a primeira atividade de cuidar de pessoas, caracterizando a associação do trabalho feminino com as práticas de saúde. Ainda, menciona o autor que o conhecimento dos meios de cura conferia poder dentro do grupo, e que o alinhamento do conhecimento com o misticismo fortaleceu esse poder. Pajés, feiticeiros, xamãs, sacerdotes, utilizavam magias, danças para afugentar demônios, já que conforme as crenças provocavam as doenças, daí formam-se castas de sacerdotes que interpretavam e decidiam o que era bom ou mau que, no decorrer dos séculos, originou a figura do médico.

A visão sociológica de Freidson (2009) aponta que o Cristianismo alterou a definição de doença que passou de atribuída à natureza para a dimensão religiosa sobrenatural. Nessa perspectiva, a caridade passou a ser motivo que justificava a assistência a pessoa enferma, levando a criação de hospitais onde o cuidado era oferecido por Irmãs Religiosas, para a salvação destas e das pessoas enfermas. Ressalta-se que o cuidado era praticado como um exercício espiritual mais do que uma ocupação, sendo oferecido às pessoas

degradadas por razões não tanto terapêuticas, mas, sobretudo, morais.

As alterações no entendimento do objeto de trabalho de profissionais dos cuidados de Saúde (doença, bem-estar), também modificaram o valor, concepção e tratamento social que lhes eram dispensados e, por consequência, nas cobranças que lhes eram feitas. Se antes a finalidade era a cura da doença, passando pelo amparo/assistência, atualmente, além de tudo isso, busca-se a preservação das relações que cada eventual paciente mantém no seu grupo. Por outro lado, o exercício profissional que era equiparado ao sacerdócio passa sem se desapegar integralmente dessa concepção, a assumir caráter contratual com semelhanças a outras relações de trabalho, especificamente mais vinculado com as prestações de serviços e, com menos vigor, de consumo.

Pode-se concluir, sem pecar pelo exagero, que o núcleo de atuação de profissionais dos cuidados de Saúde está bem identificado, sendo voltado à pessoa considerada em sua integralidade. Também, de forma crescentemente explícita, vai-se dando conta de que não se pode reproduzir, no campo científico e profissional, a separação operada entre a esfera trabalho e as demais esferas da vida pessoal. Para compreender integralmente o ser humano, precisa-se também entender sua inserção no mundo do trabalho e as relações que são criadas no interior das organizações em que se insere (ZANELLI; BASTOS; RODRIGUES, 2014).

Portanto, o exercício profissional representa apenas uma das dimensões do indivíduo. E, dada sua importância, o labor reflete e influencia na qualidade de vida do ser humano e, por consequência, na sua dignidade.

3 I DIGNIDADE HUMANA

O termo dignidade suscita inúmeras questões tais como: o que é? Qual o seu conceito? A quem e como se aplica? Qual a sua função? Simultaneamente pode-se também indagar se ela é útil? É eficaz? Necessita de pressuposto teórico para ser aplicada?

Não se defende ou se adota aqui como sinônimos os termos: dignidade, direitos humanos, direitos individuais ou cidadania. Entretanto, assume-se que o desenvolvimento e a consolidação de cada um deles refletem nos demais, sem ater-se a maiores aprofundamentos nos debates existentes quanto à vinculação ou desvinculação conceitual, ou prática entre os termos. Sarlet (2015) alerta, e assim será nesse texto considerado, que desde o reconhecimento nas primeiras Constituições, os direitos fundamentais passaram por diversas transformações, tanto no que diz o seu conteúdo, quanto no que concerne à sua titularidade, eficácia e efetivação.

3.1 Dignidade Humana: Breve Histórico

Barcellos (2011) destaca a existência de consenso teórico em relação ao valor essencial do ser humano – humanismo -- com consequências relevantes para

o desenvolvimento da ideia de dignidade humana: o ser humano um fim em si mesmo, posto como axioma da civilização ocidental. Identifica quatro momentos fundamentais na construção do axioma: o Cristianismo, o Iluminismo-humanista, a obra de Immanuel Kant e o refluxo dos horrores da Segunda Guerra Mundial.

Foram quatro as distinções elaboradas por Verspieren, referidas por Durand (2014), no sentido do termo dignidade: a social; a moral; como estado da pessoa; e um atributo essencial. Nos três primeiros sentidos, são referidas a grandeza de certas pessoas em razão da função, as qualidades morais e uma imagem ideal do ser humano, vinculadas ao respeito. Desse respeito passa-se ao sentido de “humanidade”, característica do ser humano e pelo seu pertencimento ao conjunto da humanidade.

Bastante próxima, é distinção expressada por Jordana (2013) que identifica em quatro tradições históricas – romano/estoicos, cristã, kantiana e vinculada aos direitos humanos – as concepções morais e refletidas na dignidade. No modelo romano/estoico, vinculado a “dignidade relacional”, o *status* social ocupado refletia a dignidade do indivíduo (nobres, cônsules e senadores). Na cristã todos os seres humanos – criados a imagem de Deus – são dignos dada essa condição. Em Kant, a marca da dignidade decorre da condição racional do ser humano extraindo diferenças sociais e pressupostos teológicos (SOARES, 2010; KIRSTE, 2013).

Em *Leviatã*, Hobbes (2015) sintetiza o pensamento preponderante no primeiro período (romano/estoico), ao definir o valor público de um ser humano, que é o *valor* dado a ele pelo Estado, é aquilo que os seres humanos normalmente chamam de *dignidade*. E este *valor* a ele dado pelo Estado é compreendido por cargos de Comando, da Magistratura e de Empregos públicos; ou pelos Nomes e Títulos adotados para a distinção de tal valor.

Já a influência cristã, na construção e compreensão da dignidade humana, pode ser vista pelo estímulo da prática da misericórdia, do amor ao próximo, da caridade. Tendo, conseqüentemente como efeito a aceitação e reconhecimento que o indivíduo apresenta valor inerente, como “filho e imagem de Deus”, não devendo ser considerado objeto ou meio descartável para os fins do Estado ou de outros indivíduos.

Descrivendo um retrato da realidade antes do período das “Grandes Revoluções”, Joas (2012) destaca que a estreita ligação entre o trono e o altar antes das revoluções decidiu o andamento das mesmas. Observa que a ligação não era somente política ou cultural, o Estado protegia a Igreja de outras correntes religiosas que, em contrapartida, prestava ao Estado serviços educacionais. Ainda, há de se ressaltar as implicações econômicas nas relações entre Igreja e Estado. O Cristianismo passa a representar – ao menos para certos grupos – o poder a ser destituído ou o modelo de domínio a ser substituído ou, ainda, o objetivo que os novos atores buscam suas inclusões.

Nas descrições encontradas - do século XIV ao XIX ou que englobam o Renascentismo, Racionalismo, Iluminismo e as Grandes Revoluções (Americana e Francesa), - é forte a tendência em apresentar os seguintes contornos: concentração do poder político entre

a Nobreza e parte do Clero (que determinavam as obrigações e os eventuais direitos); o fortalecimento dos comerciantes, mercadores, navegadores, financiadores, profissionais que com o aumento de seus rendimentos buscam uma fatia do poder político; intelectuais e pensadores que passam a não mais aceitar o policiamento religioso de suas ideias e seus ideais; e a grande maioria dos indivíduos não se enquadra nos demais grupos.

Basicamente brota desse período a noção do indivíduo como portador de direitos que gradativamente são reconhecidos como universais. Sendo com isso transferido o poder de estabelecer tais direitos da vontade de governantes para a vontade popular (Estado Democrático).

Assim, situando o termo dignidade, passou-se da atribuída a poucos e escolhidos pelo Estado, para a dignidade reconhecida em todos como “filhos/as de Deus”, seguindo a resultante de direitos que o Estado passa a ter: o respeito como dever.

Mais recentemente, as crueldades cometidas por Estados contra o ser humano são amplamente divulgadas e conhecidas, Welch (2008) dimensiona os efeitos da Segunda Guerra Mundial ressaltando que todos os países do mundo, direta ou indiretamente, foram atingidos. Aproximadamente 70 milhões de pessoas morreram e, durante a Guerra, iniciou-se o plano de substituição da “Liga das Nações” que resultou na constituição da “Organização das Nações Unidas”.

Os grandes conflitos de proporções mundial, travados no século XX, deram urgência à necessidade de uma nova abordagem, na proteção da dignidade humana. Sendo que agora com o envolvimento de organismos compostos de vários Estados; nessa transição o indivíduo e a coletividade passam a ser respeitados em sua dignidade, aceita como característica inerente ao ser humano e universal.

A promoção dos valores inseridos no princípio da dignidade norteia, modernamente, as ações dos indivíduos, do Estado, das Instituições e da coletividade ou, até são, para alguns, considerados como fundamento de validade de uma Constituição e, como consequência, do próprio Estado.

4 | BIOÉTICA, PROFISSIONAL DE SAÚDE E DIGNIDADE HUMANA

Diante desse contexto evolutivo, nesse ponto pretende-se indicar a “dignidade humana” como elemento possível de reflexão bioética considerando-se o exercício profissional de trabalhadores da área de Saúde, ao atribuir-se ao ser humano a dignidade como condição inerente.

Dessas novas perspectivas de humanidade, gradativamente enraizadas, floresce a Bioética voltada, inicialmente, às relações vinculadas aos dilemas vivenciados nas práticas de Saúde. No micro nível das relações entre profissional dos cuidados de Saúde e a pessoa enferma, no nível intermediário somando a esses as Instituições de Saúde e, no macro, as Políticas Públicas de Saúde com todos os níveis inter-relacionando-se.

Os indivíduos, ao serem reconhecidos como sujeitos de direitos, passaram a ser participantes ativos do Estado, tendo reflexos inclusive na relação profissional/paciente. A nova relação presente nos cuidados de Saúde, ainda que profissionais não sejam obrigados/as com a mesma intensidade a considerar a liberdade de cada paciente.

Entende Kottow que a Bioética “amalgama conhecimentos teóricos de ética, se submete aos rigores do debate analítico”, sem deixar de considerar e incorporar o “conhecimento empírico [...] para avaliar as realidades” (2006, p. 35). Já Stepke e Drumond advertem os caminhos que a Bioética deveria seguir: “mais que constituir uma disciplina, o que se deveria esperar do discurso bioético é que provesse *chaves para o entendimento*. [...] Seria um logro mesquinho que a bioética se convertesse numa disciplina a mais e replicasse o modelo ‘expertocrático’ das já existentes” (2007, p. 61).

Reforçando o senso comum, Goldenstein (2013) aponta que não há Medicina sem os médicos e as tecnologias não resolvem sozinhas as questões apresentadas pelas pessoas enfermas. Mas, considera o autor que o progresso trouxe à figura de profissionais da Medicina um eclipse, ainda que seja cobrada a máxima eficiência, presença constante, saber ilimitado, cobrando soluções médicas, sociais e psicológicas, sendo inadmissíveis erros deslizes.

Do caráter valorativo atribuído pela sociedade para a realização da dignidade humana passa-se então a abordar na sequência as condições de trabalho e sua influência na vida de profissionais de saúde, tendo a Bioética como ferramenta analítica na qualidade de vida de trabalhadores e correlata à dignidade.

4.1 Condições de Trabalho Sob o Enfoque da Bioética

O espaço ocupado atualmente pelo trabalho na vida de cada pessoa atua como elemento de realização (busca da dignidade). E, sob certas condições, pode também interferir negativamente na almejada existência de maneira digna.

Leonardo Boff (2013) alerta que hoje mais e mais se pensa que nada pode ser reduzido a uma única causa, ou a um único fator, pois nada é linear e simples. Tudo é complexo e vem urdido de inter-retro-relações e de redes de inclusões. Por isso é preciso articular aquelas várias pilastras, elas sustentam uma ponte que poderá levar a soluções mais integradoras, visto que todas elas trazem alguma luz e comunicam alguma verdade.

Há efeitos negativos no não reconhecimento e não valorização do trabalho em todos os sentidos da vida de cada trabalhador/a, atingindo outros espaços da vida cotidiana, alertam Lancman e Ghirardi (2002). Prosseguem alertando que entender a influência da organização do trabalho na qualidade de vida, na saúde mental, na geração do sofrimento psíquico, no desgaste e no adoecimento de trabalhadores é de fundamental importância para a compreensão e para a intervenção em situações de trabalho que podem levar a diversas formas de sofrimento.

Ressalta-se, também, que os profissionais dos cuidados de Saúde podem,

potencialmente, estar expostos a situações geradoras de conflitos internos, ou, conflitos de consciência. Beauchamp e Childress (2011) definem que algumas vezes surgem conflitos porque as pessoas veem como antiéticas alguma obrigação de sua função ou alguma ordem oficial que provenha de uma estrutura hierárquica de autoridade. Entendem os autores, que o direito à autonomia de pacientes não deve ser garantido em detrimento do direito paralelo de profissionais dos cuidados em Saúde. Em algumas situações, profissionais questionam o nível de participação que lhes é exigido em ações que consideram moralmente erradas empreendidas por outrem.

Poucas atividades humanas, além dos serviços voltados à Saúde, atuam em momentos nos quais o ser humano está frente a situações que expõem sua fragilidade, sua finitude, sua responsabilidade. Ou ainda, quando seu projeto de vida está exposto ou em risco de não seguir adiante, ou de ser significativamente alterado (positiva ou negativamente) ou, até mesmo, impedido de realizar-se.

A excepcionalidade da atividade, já poderia ser motivo suficiente para a Bioética voltar o olhar com maior atenção à profissionais dos cuidados de Saúde. Não é desconhecido que a responsabilidade, cobrança e “policimento” da sociedade também são excepcionalmente maiores do que em outras atividades.

Alerta Assunção (2013) que trabalhadores da área da Saúde ocupam posição-chave na sociedade, uma vez que assistem os indivíduos e suas comunidades. No entanto, esses mesmos profissionais constituem um grupo vulnerável, pois as manifestações de insatisfação e de adoecimento convivem com as carências de medidas de proteção à saúde.

O estresse laboral, a exaustão emocional, a Síndrome de *Burnout*, são termos constantemente referidos em variados estudos ligados à Saúde de trabalhadores. Silva e Menezes realizaram uma pesquisa com o objetivo de “estimar a prevalência da síndrome do esgotamento profissional e de transtornos mentais comuns em agentes comunitários de saúde” (2008, p. 923). Como resultado apontam que 24,1% dos entrevistados apresentaram síndrome do esgotamento profissional, 70,9% relatam exaustão emocional, em 34% foi observada a despersonalização e em 47,5% a decepção. Transtornos mentais comuns foram referidos por 43,3% dos participantes (SILVA; MENEZES, 2008, p. 924). Concluem, os pesquisadores, que a “alta frequência de níveis intensos de esgotamento profissional e a elevada ocorrência de transtornos mentais comuns”, indicam a presença de “estratégias de intervenção no cotidiano” dos agentes comunitários de saúde (SILVA; MENEZES, 2008, p. 921).

Assim, os eventuais sofrimentos causados a profissionais dos cuidados de Saúde resultantes da atividade laboral – a exemplo da síndrome de *Burnout* - poderiam receber atenção dos estudos voltados à Bioética, por guardar pertinência com a maioria dos assuntos objeto de pesquisa. A Bioética poderá certamente colaborar para evitar as situações de sofrimento profissional, uma vez que a atenção a esses aspectos é compatível com os fins

buscados na ética da vida, em especial, o respeito da dignidade humana.

Transpondo as considerações, há “vulnerabilidade” na relação entre profissional de saúde e pessoa enferma, sendo que a da pessoa enferma salta aos olhos de imediato, no entanto isso não quer dizer que ainda não possam existir eventualmente outros sujeitos vulnerabilizados na relação. Antes de ser uma “relação profissional/paciente” é uma relação humano/humano e em concreto deve ser tratada.

D’Agostino (2006) preleciona que a Bioética é pensamento comunicador e não disjuntivo. Na perspectiva do pensador italiano, essa comunicabilidade importa porque os problemas bioéticos não são conceituais, relevantes para o intelecto abstrato, mas problemas antropológicos fundamentais, significativos na experiência concreta dos seres humanos. Infere-se que a Bioética ao abordar as relações nas quais o ser humano participa e ao aceitar a dignidade como atributo que lhe é inerente, pode incluir a dignidade de profissionais dos cuidados de Saúde como objeto de seu campo de estudo, sem maiores desvios em seus objetivos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Intentou-se, basicamente, abordar concomitantemente conceitos teóricos e observações práticas, reconhecendo os valores das elaborações teóricas e sua utilidade conjugando-os com dados da realidade concreta. A busca está em entender as motivações que impulsionaram o reconhecimento atual dos significados encontrados nos termos “dignidade humana”, “valorização do trabalho” e, especificamente, na construção dos conhecimentos na área da Bioética.

No atual trilhado, o respeito à dignidade humana é objetivo, fim, obrigação e fundamento do Estado, das Sociedades e Instituições, sendo para alguns, requisito de validade de uma Constituição e, portanto, do próprio Estado. O termo dignidade é reconhecido em instrumentos internacionais, com a obrigação de proteção ao ser humano. Discussões remanescentes, em sua maioria, centram-se em questões teóricas.

Disso tudo, é possível defender que existe um predomínio na doutrina estudada em aceitar o caráter intrínseco e universal da dignidade atribuída ao ser humano, servindo, portanto, como premissa ao presente trabalho (dignidade como atributo inerente a todo ser humano). Além da atividade de profissionais dos cuidados de Saúde, pouquíssimas acabam se deparando com situações que envolvem os limites da Vida. A formação profissional e a relação de trabalhadores da Saúde/paciente são postas, ainda mais, em risco em tais limites. Contudo, um mínimo de preparo dos indivíduos e das Instituições sociais poderia reduzir os potenciais conflitos que possam se estabelecer.

Oportunizar um bom ambiente de trabalho é obrigação em qualquer organização que desenvolva atividade econômica. Condições adequadas de trabalho nas atividades dos cuidados de Saúde deveriam ser tão importantes quanto o preparo técnico de profissionais,

dada a relevância social que é cuidar de outras pessoas.

O presente estudo não encontra respostas completas. Propõe elementos que possam estimular a reflexão sensível, capaz de criar mecanismos de prevenção de conflitos já conhecidos ou com o potencial de vir a se estabelecer. Para tanto, sugere a aglutinação de diferentes áreas do saber, tendente a conjugar de forma plural os conhecimentos, aceitando-se, assim, a abordagem da dignidade de profissionais dos cuidados de Saúde como objeto de estudo da Bioética.

REFERÊNCIAS

ARENDDT, H. **A condição humana**. Trad. R. Raposo. 12. ed. rev. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2015.

ASSUNÇÃO, A. Á. Condições de trabalho e saúde dos trabalhadores da saúde. *In*: GOMEZ, C. M.; MACHADO, J. M. H.; PENA, P. G. L. (Org.). **Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2013. p. 453-478.

BARCELLOS, A. P. **A eficácia jurídica dos princípios constitucionais**: o princípio da dignidade da pessoa humana. 3. ed. Rio de Janeiro, São Paulo, Recife, Curitiba: Renovar, 2011.

BEAUCHAMP, T.; CHILDRESS, J. F. **Princípios de ética biomédica**. Trad. Luciana Pudenzi. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2011.

BOFF, L. Saber cuidar. 19. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

D'AGOSTINO, F. **Bioética**: segundo o enfoque da filosofia do direito. Trad. Luisa Raboline. São Leopoldo: Unisinos, 2006.

DURAND, G. **Introdução geral à bioética**: história, conceitos e instrumentos. Trad. Nicolás Nyimi Campanário. 5. ed. São Paulo: Centro Universitário São Camilo: Loyola, 2014.

FREIDSON, E. **Profissão médica: um estudo de sociologia do conhecimento aplicado**. Trad. André de Faria Pereira Neto e Kvieta Brezinova de Moraes. São Paulo: Editora UNESP; Porto Alegre: Sindicato dos Médicos, 2009.

GOLDENSTEIN, E. **Quando os médicos (des)cansam**: trabalho e lazer na vida de um grupo de médicos. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2013.

HOBBS, T. **Leviatã**: ou matéria, forma e poder de um estado eclesiástico e civil. Trad. D. M. Miranda. São Paulo: Edipro, 2015.

JOAS, H. A sacralidade da pessoa: nova genealogia dos direitos humanos. Trad. Nélcio Schneider. São Paulo: Unesp, 2012.

JORDANA, J. L. V. Dignidade, direitos humanos e bioética. *In*: CASADO, M (Org.). **Sobre a dignidade e os princípios**: análise da Declaração Universal sobre Bioética e Direitos Humanos da UNESCO. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2013. p. 115-127.

KIRSTE S. A dignidade humana e o conceito de pessoa de direito. *In*: SARLET, I. W. **Dimensões da dignidade**: ensaios de filosofia do direito e direito constitucional. 2ª. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2013. Parte 6. p. 175-198.

KOTTOW, M. Bioética prescritiva. A falácia naturalista. O conceito de princípios na bioética. *In*: GARRAFA, V.; KOTTOW, M.; SAADA, A. (Orgs.). **Bases conceituais da bioética**: enfoque latino-americano. Trad. Luciana Moreira Pudenzi e Nicolás Nyimi Campanário. São Paulo: Gaia, 2006.

LANCMAN, S.; GHIRARDI, M. I. G. Pensando novas práticas em terapia ocupacional, saúde e trabalho. **Rev de Ter Ocup da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 44-50, mai./ago. 2002.

LEITÃO, A. R. A Organização Internacional do Trabalho (OIT): quase um século de ação em contextos históricos diversos. **Laboreal**, v. XII, n. 1, p. 103-111, jun. 2016. DOI: 10.15667/laborealxii0116arl.

MARTINS, S. P. **Direito do trabalho**. 22. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

OGUISSO, T. As origens da prática do cuidar. *In*: OGUISSO, T (Org.). **Trajatória histórica da enfermagem**. Barueri: Manole, 2014. p. 1-28.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Adotada e proclamada pela Resolução n. 217 A (III) da Assembleia Geral das Nações Unidas em 10 de dezembro de 1948.

SARLET, I. W. **A eficácia dos direitos fundamentais**: uma teoria geral dos direitos fundamentais na perspectiva constitucional. 12. ed. rev. atual e ampl. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2015.

SILVA, A. C. da; MENEZES, P. R. Esgotamento profissional e transtornos mentais comuns em agentes comunitários de saúde. **Revista Saúde Pública**. São Paulo, v. 42, n. 5, p. 921-929, out. 2008.

SOARES, R. M. F. **O princípio constitucional da dignidade da pessoa humana**. São Paulo: Saraiva, 2010.

STEPKE, F, L.; DRUMOND, J. G. F. **Fundamentos de uma antropologia bioética**: o apropriado, o bom e o justo. São Paulo: Centro Universitário São Camilo: Loyola, 2007.

WELCH, C. A Declaração Universal dos Direitos Humanos aos Sessenta. **eJournal USA**, Washington, v. 13, n. 11, p. 3-7, 2008. Disponível em: <<http://www.embaixada-americana.org.br/HTML/ijde1108p/welch.htm>>. Acesso em 26 out. 2015.

ZANELLI, J, C.; BASTOS, A. V. B.; RODRIGUES, A. C. A. Campo profissional do psicólogo em organizações e no trabalho. *In*: ZANELLI, J. C.; BORGES-ANDRADE, J. E.; BASTOS, A V. B. (Org.). **Psicologia, organizações e trabalho no Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. p. 549-582.

O JOGO COMO UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO VEGETAL

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 07/09/2020

Carmem Maria da Rocha Fernandes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – Rio Grande do Norte

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4853832066824144>

Airton Araújo de Souza Júnior

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte
Parnamirim – Rio Grande do Norte

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5983568041476035>

RESUMO: O processo de ensino-aprendizagem pode ser inovador quando é constituído por um currículo que ao ser abordado de forma flexiva, contextualizada na realidade do aluno e dinâmica, alcança uma aprendizagem colaborativa, assim, caracterizando-se como uma metodologia ativa, a qual propõe a mobilização e integração do discente durante todo o percurso de sua aprendizagem. Com isso, os aspectos constituintes das metodologias ativas embasam os jogos didáticos como uma estratégia de ensino ativa que funciona como instrumento facilitador para a aprendizagem, tanto através de atividades nas salas de aula, quanto em atividades extraclasse por possibilitarem a aproximação do objeto de estudo com o aluno. Isso influencia na significação do conteúdo, pois ao tratá-la com ludicidade o alcance do processo de ensino-aprendizagem será positivo. A pesquisa objetivou analisar a eficácia do jogo didático

“Detetive – Evolução Vegetal” no processo de ensino-aprendizagem dos alunos do 7º ano A de uma escola pública, observando a influência da estratégia didática adotada para a compreensão da evolução das plantas através dos seus grupos: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Os dados apresentados foram extraídos de uma turma experimental (7º ano A) e da turma controle (7º ano B), na qual o conteúdo foi explorado por aulas expositivas. Conforme, a abordagem problema adotada, os resultados foram obtidos pelo método estatístico Mc Nemar, que mensurou a significância de mudanças das respostas dos discentes. Logo, foi perceptível a influência que o jogo “Detetive – Evolução Vegetal” exerceu nos alunos do 7º ano A ao abordar o conteúdo da evolução das plantas, pois se constatou o alcance das médias de aumento de acertos por questão de 8,87 na turma experimental, sendo quase 3 vezes maiores (2,83) que na turma controle, onde a média de aumento de acertos por questões foi 3,13. Nesse sentido, a estratégia de ensino aplicada nesta pesquisa evidenciou resultados positivos para o aprendizado dos alunos do 7º ano A se mostrando como um recurso didático significativo para a compreensão do processo evolutivo das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem. Botânica. Ludicidade

ABSTRACT: The teaching-learning process can be innovative when it is constituted by a curriculum that, when approached in a flexible way, contextualized in the student’s reality and dynamics, reaches a collaborative learning, thus

characterizing itself as an active methodology, which proposes the mobilization and integration of the student throughout the course of their learning. Thus, the constituent aspects of active methodologies are based on didactic games as an active teaching strategy that works as a facilitating instrument for learning, both through classroom activities and extra class activities, because it allows the study object to be approached with the student. This influences the significance of the content, because in treating it with playfulness the reach of the teaching-learning process will be positive. The research aimed to analyze the effectiveness of the didactic game "Detective - Plant Evolution" in the teaching-learning process of the students of the 7th year A of the public school, observing the influence of the didactic strategy adopted for the comprehension of the evolution of plants through their groups: bryophytes, pteridophytes, gymnosperms and angiosperms. These data were extracted from an experimental group (7th grade A) and from the control group (7th grade B), in which the content was explored by expository lessons. According to the adopted problem approach, the results were obtained by the Mc Nemar statistical method, which measured the significance of changes in student responses. Therefore, it is evident the influence that the game "Detective - Plant Evolution" exerted on the students of the 7th year A when they were studying the evolution of plants, since it was verified the reach of raise hit rates by question of 8,87 in the experimental group. This is almost 3 times greater (2.83) than in the control group, where the raise hit rates by questions was 3,13. In this sense, the teaching strategy applied in this research showed positive results for the 7th grade students, showing itself as a significant didactic resource for the understanding of the evolutionary process of plants.

KEYWORDS: Learning. Botany. Playfulness

1 | INTRODUÇÃO

A botânica é relevante no Ensino de Ciências por proporcionar a compreensão anatômica e fisiológica de que os vegetais são seres vivos, bem como sobre a pertinente função desses seres no equilíbrio ambiental, conforme Raven, Evert e Eichhorn (2007). Contudo, esse ensino, sobretudo, dos vegetais, tem enfrentado obstáculos: desde a falta de interesse dos alunos até as metodologias inadequados ao seu entendimento. Isso se reflete na ausência de um estímulo na interatividade e na observação dos alunos sobre os conteúdos abordados (ARRUDA e LABURÚ, 2014).

Em vista disso, um ensino de ciências constituído por atividades com estratégias didáticas que desenvolvam a aproximação do aluno com o discurso científico é imprescindível para a educação, já que reflete na interação, no acesso e assimilação dos conteúdos, reduzindo assim a distância entre o senso comum e o conhecimento científico (POZO e CRESPO, 2009).

Corroborando com esse pensamento, Brasil (1998) ressalta a influência das estratégias didáticas para a construção de sujeitos que sejam capazes de observar, refletir e criticar situações hipotéticas, fatos e o próprio ambiente sob o qual estão inseridos, pode ser determinante através de uma construção cooperativa do conhecimento fornecida pelas relações que valorizem a socialização escolar, principalmente entre os discentes.

Ainda nesse aspecto, Brasil (1997) a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) enfatiza que os educandos ao estabelecerem uma relação entre os seus conhecimentos prévios e os conceitos aprendidos contemplam uma aprendizagem significativa, que se apresenta com uma linha construtivista, pois frisa a importância da participação ativa do aluno no seu próprio aprendizado.

Todavia, o conhecimento científico tem enfrentado uma grande dificuldade no âmbito escolar, muitas vezes por processos metodológicos inadequados. Essa abordagem promove nos alunos uma concepção diversa desse conhecimento, isso porque esses processos não se mostram no concreto e resumem-se apenas na abstração de resultados, que só distancia cada vez mais o aluno da função da ciência, que é a compreensão da metodologia para se chegar a um resultado (DELVAL, 2001). Logo, “[...] *O ensino pautado somente nas ideias, no abstrato e na fragmentação do conhecimento tem contribuído para desânimo, indiferença e desprezo em relação ao conhecimento*” (SERRA, FREITAS e LIRA-DA-SILVA, 2013, p. 2190).

Sendo assim, as práticas pedagógicas não têm se apresentado de forma inovadora. Para Campos, Bortololo e Felício (2003), a abordagem tradicional é a mais presente nos processos de ensino-aprendizagem em Ciências e Biologia, porém não a mais eficaz, visto que ela se dá por memorização, pela incompatibilidade entre os conteúdos com a realidade dos alunos, bem como por uma transmissão conteudista, onde o discente é agente passivo do processo ensino-aprendizagem - o que ocasiona uma deficiência na assimilação dos conteúdos.

No entanto, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) esclarecem que os processos de ensino e de aprendizagem podem ser mediados por uma transmissão do conhecimento, através da exploração de teorias e a produção de modelos que interpretem a natureza do objeto de estudo, até que o mesmo chegue ao cotidiano escolar. Esses autores afirmam que isso é possível por meio de aulas planejadas e executadas em uma transposição didática. Explicitamente essa transmissão se dá quando:

Um conteúdo/saber que tenha sido definido como saber a ser ensinado sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo próprio para ocupar um lugar entre os objetos de ensino. (CHEVALLARD, 2009, p.45 *apud* WECKERLIN e MACHADO, 2013, p.3).

Nessa perspectiva, as estratégias de ensino são necessárias para que ocorra a assimilação e a compreensão dos conteúdos presentes nas escolas, ou seja, “[...] *as estratégias envolvem um planejamento e uma tomada de decisão sobre os passos que serão seguidos*” (POZO e CRESPO, 2009, p. 49).

A partir dessa concepção, Moran (2017) destaca que os processos de ensino e de aprendizagem são orientados em metodologias constituídas por abordagens e técnicas concretas, estratégias, específicas e diferenciadas. Para Moran (2017) a aprendizagem pode ser alcançada de variadas formas, por meio de procedimentos, mais eficazes ou não,

com diversas técnicas, com o intuito de alcançar os objetivos desejados. Assim, o autor define que metodologias de caráter ativo são estratégias as quais priorizam a participação efetiva dos alunos na construção do processo de aprendizagem, de modo interligado, flexível e híbrido.

Com isso, os aspectos constituintes das metodologias ativas embasam os jogos didáticos como uma estratégia de ensino ativa que funciona como instrumento facilitador para a aprendizagem, tanto através de atividades nas salas de aula, quanto em atividades extraclasse por possibilitarem a aproximação do objeto de estudo com o aluno. Isso influencia na significação do conteúdo, pois ao tratá-la com ludicidade o alcance do processo de ensino e de aprendizagem será positivo (VALADARES e RESENDE, 2009).

Além disso, Kishimoto (1995) evidencia os jogos como possíveis escolhas, configurando-se um recurso didático, embora haja ressalvas quanto à sua importância para a educação, quanto ao entendimento das práticas que objetivem a criticidade, como também as formulações educativas.

Dessa maneira, uma forma de comunicação entre o professor e os discentes pode ser mediada através de um jogo ao apresentar-se como uma:

[...] estrutura de linguagem, uma função significante de origem fenomenológica que dialoga, portanto, com o atual estado da arte da comunicação, no qual esta passa a ser entendida em um contexto expandido. É possível ainda pensar que jogo e comunicação são áreas extremamente próximas e que, por vezes, se confundem: o jogo é parte da comunicação e a comunicação é parte do jogo (GALLO, 2007, p. 06).

Ao considerar o jogo como uma ferramenta de comunicação, o seu uso como instrumento facilitador no processo de ensino-aprendizagem depende dos mecanismos de abordagem que o utilizem como recurso didático. Esses mecanismos precisam promover o interesse dos alunos em compreender o tema abordado, bem como a interatividade, não só entre o aluno e objeto de estudo, mas entre os próprios discentes através da troca de conhecimento, configurando-se como um instrumento socializador (SCHWARZ, 2006).

Para Kapp (2012) a aprendizagem pode ser promovida através dos elementos que constituem a gamificação, esses seriam: o mecanismo desde as estratégias até a própria dinâmica do jogo em direção a uma progressão, e a estética. Sendo assim, a aplicabilidade desses elementos facilita o processo de ensino-aprendizagem dos alunos por ser uma ferramenta motivadora que quando utilizada adequadamente potencializa o ambiente sob o qual está sendo exercida, ou seja, o escolar.

Nessa abordagem, a ludicidade do jogo torna-o didático, pois nessa condição o jogo é capaz de modificar o ambiente de aprendizagem. Piaget (1989) declara que ao transformar o ambiente (o meio) no qual a criança está inserida provoca-se nela uma reação, levando-a a uma assimilação coesa e a uma condição de adaptar-se. Com a mudança do meio o indivíduo ocasiona mudanças em si, surgindo à acomodação e a compreensão do objeto

estudado.

Ainda sobre a compreensão, Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008) explicam que os jogos didáticos oportunizam, a partir da socialização, não apenas a reconstrução dos conhecimentos prévios dos alunos, como também se configura por ser um instrumento pedagógico, que permite uma efetiva aprendizagem a partir da interação entre professor e aluno:

Os jogos podem ser considerados educativos se desenvolverem habilidades cognitivas importantes para o processo de aprendizagem - resolução de problemas, percepção, criatividade, raciocínio rápido, dentre outras habilidades. Se o jogo, desde seu planejamento, for elaborado com o objetivo de atingir conteúdos específicos e para ser utilizado no âmbito escolar denominamos tal jogo de didático (ZANON, GUERREIRO e OLIVEIRA, 2008, p.73).

Portanto, a criação de uma prática lúdica, através de um jogo didático, foi desenvolvida como uma estratégia agregadora na transposição de um conteúdo do ensino de ciências, propondo-se analisar a assimilação e aprendizagem do conteúdo sobre os processos evolutivos vegetais.

Apesar disso, é sabido que o processo evolutivo dos vegetais é um conteúdo abordado no 7º ano do ensino fundamental, e este tem uma natureza em quase toda sua totalidade abstrata que ocasiona dificuldades nos alunos à compreensão e assimilação do mesmo. Essas dificuldades que o ensino de botânica enfrenta são evidenciadas por fatores como: as nomenclaturas, o vocabulário, a prática pedagógica que exerce um ensino apenas descritivo, estas características refletem em um desinteresse, gerando dificuldades de assimilação dos alunos com os conteúdos relacionados ao estudo dos vegetais, assim destacam Amadeu e Maciel (2014). Santos e Ceccantini (2004) ressaltam que:

[...] existe uma completa desvinculação do conteúdo com a realidade de alunos e professores. A Botânica é ensinada distanciada do ser humano e dos demais seres vivos, inclusive. A falta de um enfoque evolutivo acaba por tornar esse assunto um tanto árido e pouco atraente tanto para quem o ensina como para quem o aprende (p. 47).

Diante disso, a percepção do professor sobre qual estratégia didática utilizar para que com seu emprego haja o alcance do entendimento do processo evolutivo dos vegetais, com caráter progressivo, deve ser precisa para que os alunos possam identificar e compreender como ocorreu este processo, que gerou a grande biodiversidade das plantas. Assim, a pesquisa focou no assunto sobre a evolução dos vegetais propondo-se a verificar a eficácia de um jogo didático em uma das turmas de uma escola pública, no caso, o 7º ano A.

2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública localizada na zona urbana da

cidade de Ceará-Mirim/RN, com alunos de 7º ano do ensino fundamental. Ademais, este estudo é caracterizado por uma forma de abordagem de problema, cuja análise de dados é estabelecida tanto qualitativa como quantitativamente. Sobre esses tipos de pesquisa, compreendemos que:

[...] A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem. Pesquisa Quantitativa: considera o que pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão.) (KAUARK, MANHÃES e MEDEIROS, 2010, p. 27 e 28).

Para Kauark, Manhães e Medeiros (2010) uma pesquisa pode ser definida quanto à sua natureza ao apresentar-se com uma funcionalidade a qual objetiva solucionar problemas específicos a partir da aquisição de conhecimento, onde a aplicação prática é conduzida por interesses e verdades mais próximas da problemática abordada, sendo assim considerada uma pesquisa aplicada. Desse modo, a técnica de pesquisa adotada neste trabalho tomou como referência Lakatos e Marconi (2003), que abordam a pesquisa em campo como um possível mecanismo para a obtenção de propósitos para a ciência, tendo como um dos seus instrumentos para levantamento de dados o método quantitativo-descritivo que propõe o questionário como uma ferramenta coletora de dados, este aplicado a partir da observação direta extensiva.

Nesse sentido, a avaliação da aplicabilidade do jogo, quanto a sua eficácia para o Ensino de Botânica, se deu por meio de questionários, os quais proporcionaram uma análise quali-quantitativa do rendimento dos alunos. Para tanto, foi escolhida a turma do 7º ano A como turma experimental (TE), na qual foi aplicado o jogo; e outra turma, o 7º ano B, como turma controle (TC), onde o conteúdo foi aplicado de forma expositiva e dialogada, sem o uso do jogo didático.

2.1 Caracterização do público alvo:

A turma 7º ano A fora composta por 34 alunos com uma faixa etária entre 12 e 13 anos de idade. Os alunos eram engajados, porém havia um pequeno número de alunos que mostravam dificuldades no processo de aprendizagem, muitas vezes por apresentarem um comportamento de inquietude, o qual gerava conversas paralelas ao conteúdo abordado em sala de aula. No entanto, a turma mostrava-se fácil de ser motivada, conseqüentemente, facilitando a aplicação de atividades diferenciadas.

Já os discentes do 7º ano B (29 alunos) integravam uma turma heterogênea quanto à faixa etária, os mesmos apresentavam idades desde 12 até aos 14 anos. Os alunos eram

mais agitados. Essa característica também apresentava um lado positivo, pois eles eram espontâneos, gerando questionamentos durante as atividades propostas a eles.

2.2 Sequência didática:

Na busca pela compreensão dos alunos, se faz necessário elaborar uma sequência didática, que faça a abordagem dos conteúdos em etapas de ensino que conduzem os discentes a uma reflexão e entendimento da temática mediada por estratégias didáticas, as quais proporcionam um processo de ensino-aprendizagem mais significativo (KOBASHIGAWA *et al.*, 2008). Assim sendo, os percursos didáticos que compuseram as aulas nas turmas 7º ano A e B foram sequenciados conforme as tabelas 1 e 2.

Encontros	Dias	Ações	Duração	Recursos/ Materiais
1ª	15.06.2016	Aplicação do questionário composto com 4 questões subjetivas e 3 questões objetivas. A finalidade da aplicação era fazer o levantamento de dados sobre o conhecimento dos alunos a respeito do processo evolutivo dos vegetais.	50 min	Folha A4
2º	06.07.2016	Apresentação do jogo didático (jogo tabuleiro – Detetive adaptado) e explicação das regras (adaptadas ao tema) que o compõem.	50 min	Projetor, <i>notebook</i> e tabuleiro
3º	21.07.2016	Aplicação do jogo “Detetive: Evolução Vegetal”. Durante a aula foram utilizados 6 jogos de tabuleiro que comportavam 6 jogadores por cada tabuleiro	100 min	“Detetive: Evolução Vegetal” (jogo)
4º	17.08.2016	Aplicação do questionário (pós-teste)	50 min	Folha A4

Tabela 1: Encontros, datas das aulas, ações e duração das aulas expositiva, dialógica e lúdica da turma 7º ano A

Fonte: Arquivo dos autores

Encontros	Dias	Ações	Duração	Recursos/ Materiais
1º	15.06.2016	Aplicação do questionário composto com 4 questões subjetivas e 3 questões objetivas. A finalidade da aplicação era fazer o levantamento de dados sobre o conhecimento dos alunos a respeito do processo evolutivo dos vegetais.	50 min	Folha A4
2º	28.07.2016	Aula I: expositiva-dialógica sobre a evolução dos vegetais	50 min	Projektor e notebook
3º	04.08.2016	Aula II: expositiva- dialógica sobre a evolução dos vegetais	50 min	Projektor e notebook
4º	17.08.2016	Aplicação do questionário (pós-teste)	50 min	Folha A4

Tabela 2: Encontros, datas das aulas, ações e duração das aulas expositivas e dialógicas da turma 7º ano B

Fonte: Arquivo dos autores

2.3 Caracterização do jogo “Detetive - Evolução Vegetal”:

Para aliar a ludicidade de um jogo didático a uma estratégia didática no Ensino de Ciências sobre o processo evolutivo dos vegetais foi adaptado um jogo chamado: “Detetive - Evolução Vegetal”. Esse jogo foi adaptado de um clássico jogo de tabuleiro conhecido como Detetive®¹. Essa escolha foi baseada nas etapas de operações concretas do próprio jogo, já que ele possui elementos simbólicos, de exercício e de regras que promovem uma mecânica de jogo que se encaixa nessa pesquisa.

O desenvolvimento intelectual pode ser ligado a ludicidade quando mantém um elo com os aspectos do desenvolvimento cognitivo, que é tratado em etapas sensorio-motoras, pré-operatórias e operatórias concretas, segundo Piaget (1978). Dessa maneira, foi criado um jogo chamado “Detetive - Evolução Vegetal”, que foi adequado à etapa das operações concretas, por ser constituído por regras. Essa caracterização torna-se mais específica quando Piaget (1978) define os jogos em simbólicos, de exercício e de regras, sendo essa última à categoria a qual o jogo sugerido nesta pesquisa pertence.

a) Descrição do jogo

O jogo é composto por um tabuleiro (8 ambientes e 1 central), 20 cartas divididas em 3 blocos (8 ambientes, 6 organismos e 6 armas adaptativas, conforme tabela 3), armas adaptativas (circulares), 6 peões de cores diferentes, 1 dado, 1 envelope e 1 bloco de anotação (ver figura 1).

¹ Detetiveé um jogo de tabuleiro clássico onde o objetivo é desvendar o responsável pela misteriosa morte do Sr. Carlos Fortuna. Para isso, os jogadores terão que darpalpites sobre o local, arma e o responsável por este crime. São 8 pessoas, 8 armas e 11 lugares para explorar e desvendar! (<http://www.estrela.com.br/brinquedo/detetive/>)



Figura 1: (a) Cartas que representam os organismos (suspeitos); (b) Cartas que representam as armas adaptativas; (c) Tabuleiro; (d) Cartas que representam os ambientes (locais); (e) Envelope, cartas e armas; (f) Armas adaptativas.

Fonte: Arquivo dos autores

Adiante, na tabela 3 são demonstradas as categorias nas quais as cartas foram distribuídas:

Ambientes	Armas adaptativas	Organismos
Marinho	Clorofilas e outros pigmentos	Primas Algas
Diverso I	Saprófagas, parasitária, predadora e mutualista	Senhor Basidiomiceto
Úmido e sombreado	Pioneira e transporte por difusão	Sta. Hepática
Úmido	Vascularização, soros, esporos e prótalo	Samambaia
Clima frio e temperado	Vascularização, sementes nuas e estróbilo	Seu Pinheiro Paraná
Diverso II	Vascularização, frutos, flor e ampla dispersão	Dona Passiflora
Dulcícola	-	-
Estuário	-	-

Tabela 3: Definições das 20 cartas que compõem o jogo nas 3 categorias

Fonte: Arquivo dos autores

b) Instruções e aplicação do jogo

Antes de iniciar a primeira rodada do jogo, é necessário retirar uma carta de cada

bloco: uma do bloco ambiente, outra do bloco dos organismos e por último uma do bloco das armas. As 3 cartas são guardadas em um envelope que será reservado aos participantes que terão acesso quando fizerem a acusação (afirmando quais cartas estão dentro do envelope). As cartas reservadas têm a função de revelar aos participantes se ocorreu uma adaptação ou não do organismo no ambiente e que arma adaptativa foi utilizada para que o organismo possa continuar sobrevivendo e, conseqüentemente, adaptando-se.

As cartas restantes (17 cartas) são distribuídas entre os participantes. Não há problema se algum participante ficar com um número desigual de cartas. Cada aluno deverá escolher qual organismo o representará no tabuleiro através dos peões. As cartas guardadas no envelope só serão reveladas quando um participante for o vencedor do jogo. Assim, o principal objetivo do jogo é o participante acertar se ocorreu ou não adaptação do vegetal no ambiente, através da arma adaptativa.

A rodada inicia na sorte do dado. O participante com maior pontuação inicia o jogo andando o número de casas no tabuleiro de acordo com a pontuação do dado. Os demais obedecerão ao sentido horário. O jogador deverá entrar e sair dos ambientes (locais) através das setas brancas que indicam as entradas e saídas. Porém há uma exceção, pois o ambiente dulcícola e estuário são ambientes que possuem uma passagem secreta, cada um, indicadas por um círculo roxo no tabuleiro. Isso proporciona ao jogador ir de um ambiente ao outro sem a necessidade de andar no tabuleiro (ver figura 2). O conhecimento sobre os ambientes é importante, pois o jogador só poderá palpitar e fazer a acusação de acordo com o local em que o peão estiver sobre o tabuleiro. Ao escolher palpitar, o participante deve indicar o organismo, o ambiente e a arma utilizada que o fez evoluir. Simultaneamente, os outros participantes tentam fazer estratégias desmentindo o palpite ao mostrar uma possível carta (das suas mãos) para desmentir, mostrando-a a quem palpitou. Mas se o jogador chegar a acusar e nenhum outro participante o desmentir, ele terá que verificar as cartas do envelope. Caso erre, é eliminado, devendo colocar as cartas de volta no envelope, caso prefira continuar no jogo deverá apenas desmentir o palpite dos outros participantes. Se acertar, deve mostra-las aos demais participantes. Entretanto, o jogo não termina nesse ponto, ele se estende com a afirmação do participante (aluno) se as cartas condizem com uma adaptação ou não, mesmo acertando as cartas do envelope.

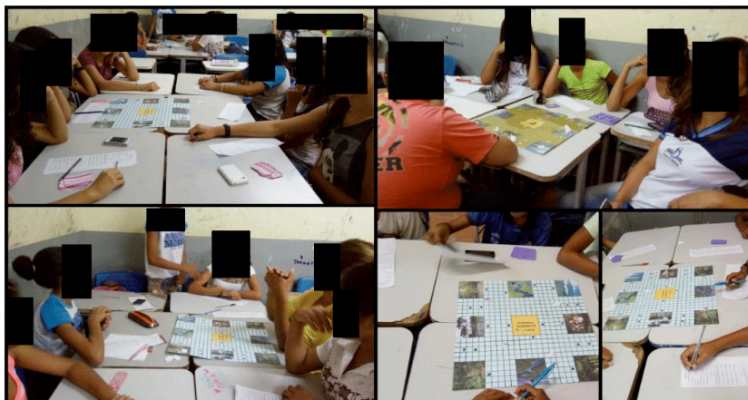


Figura 2: Representação de alguns grupos do 7º ano A na aula prática de evolução vegetal.

Fonte: Arquivo dos autores.

2.4 Descrição das aulas expositiva-dialógicas

No primeiro encontro, ver figura 3, foi abordado o tema “Evolução dos vegetais”. Essa abordagem ocorreu a partir da classificação desses organismos, levando em consideração os impactos dos mecanismos de dispersão na grande diversidade vegetal. Em seguida foram apresentados os critérios de classificação nos grupos das briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Os critérios abordados foram: a presença ou a ausência de tecidos condutores, de sementes e de frutos.

No decorrer da aula, a discussão sobre a evolução dos vegetais se deu a partir da existência da relação de parentesco de um ancestral semelhante (algas verdes) com as plantas verdadeiras. O estabelecimento dessa relação possibilitou fundar o processo de surgimento das plantas terrestres e sua dispersão por variados ambientes. Ao final, foi exposto o grupo briófitas com as suas características anatômicas, organização celular, funcionamento e seu papel para um “equilíbrio ambiental”, por ser a base de variadas cadeias alimentar.

No segundo encontro foram elencadas as principais características evolutivas das pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, desde o surgimento da vascularização que proporcionou uma nova e eficiente função fisiológica, favorecendo adaptações independentes do meio aquático, até o aparecimento de estruturas reprodutoras.

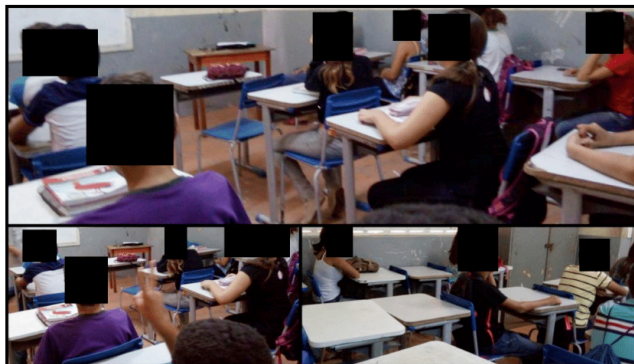


Figura 3: Alunos do 7º ano B na aula I expositiva-dialógico sobre evolução vegetal.

Fonte: Arquivo dos autores.

2.5 Análise estatística dos questionários (análise quantitativa do jogo “Detetive- Evolução Vegetal”):

Ao utilizar o mesmo questionário, antes e depois da intervenção, como instrumento para a coleta dos dados, foi escolhida a análise da significância de mudanças das respostas dos discentes pelo método estatístico Mc Nemar.

O método Mc Nemar apresenta-se como um teste não paramétrico que é baseado em dados nominais com o caso de duas amostras relacionadas (amostras pareadas: população/amostra). Para mensurar a significância das mudanças observadas é definido um nível de mensuração intervalar, ou seja, o pré-teste e o pós-teste; e sua medida de correlação é de contingência, segundo Câmara e Silva (2001). Essa significância pode ser observada quando há a representação das respostas dos indivíduos avaliados no pré-teste e pós-teste em dois conjuntos, assim podendo se estabelecer em uma tabela com frequências 2x2. Esse teste tem como base a equação do qui-quadrado. Essa equação demonstra dados com uma distribuição contínua, mas o teste expressa uma equação com a correção de Yates (remoção do erro), objetivando uma continuidade de distribuição discreta, ver figura 4.

$$\chi^2 = \frac{(|A-D|-1)^2}{A+D}$$

Figura 4: Fórmula do teste de Mc Nemar (χ^2 é o valor a ser calculado na fórmula; A-D são os números de respostas observadas com a remoção do erro (Yates); A+D são os valores das mudanças de respostas esperados).

Fonte: Câmara e Silva (2001, p.26).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A habilidade e a capacidade de aprendizagem que um indivíduo poderá obter está intimamente ligada ao seu desenvolvimento intelectual, o qual propicia um raciocínio mais ágil e competências para reelaborar seu conhecimento com mais facilidade, a partir de uma educação baseada em processos de ensino contidos em alguma teoria da aprendizagem, segundo Akel Filho (2006). Além disso, o autor explica que a integração do sujeito com o seu próprio processo de aprendizagem surge através da teoria construtivista, a qual apresenta ao aluno um problema/situação, um desafio que o estimula a buscar soluções.

Nessa concepção, a ludicidade dos jogos didáticos alcança um consenso sobre sua eminência para a aprendizagem do indivíduo. Entre autores como Piaget (1978), que os enuncia como recursos que facilitam o desenvolvimento cognitivo, pois as adaptações intelectuais tornam-se significativas de acordo com o crescimento do indivíduo; e Vygotsky (2007), que conceitua que o ambiente no qual o sujeito está inserido influencia diretamente na socialização através do simbolismo que a linguagem proporciona, pois, o sujeito a utiliza como uma ferramenta interativa, para só depois usá-la como construtora do seu intelecto. Ambos declaram que o lúdico está presente no ato de brincar, uma vez que influenciado pela imaginação oferecem por aspectos cognitivos e sociais, o desenvolvimento e a aprendizagem dos indivíduos.

3.1 Análise qualitativa e quantitativa do jogo “Detetive - Evolução Vegetal:

Os resultados obtidos foram extraídos das turmas experimental (TE) e controle (TC), 7º A e B, respectivamente. Ao todo, foram analisados os dados dos alunos que participaram de todo o processo (pré-teste - jogo - pós-teste; pré-teste - aula expositiva - pós-teste), por isso o espaço amostral da TE foi de 29 alunos e da TC foi de 21 alunos. Tais dados são expostos a seguir na figura 5:

Questão	Turma Controle								Questão	Turma Experimental							
	Pré-teste				Pós-teste					Pré-teste				Pós-teste			
	Acerto	Erro	NFI	Em Branco	Acerto	Erro	NFI	Em Branco		Acerto	Erro	NFI	Em Branco	Acerto	Erro	NFI	Em Branco
1-A	4	13	4	0	13	7	1	0	1-A	10	17	2	0	26	3	0	0
1-B	15	2	4	0	11	6	3	1	1-B	20	4	5	0	26	1	2	0
1-C	6	14	1	0	12	7	1	1	1-C	5	19	4	1	23	6	0	0
1-D	7	9	5	0	18	2	0	1	1-D	13	9	6	1	28	1	0	0
2	17	4	-	0	17	4	-	0	2	21	8	-	0	29	0	-	0
3	14	5	-	2	12	7	-	2	3	21	7	-	1	27	2	-	0
4	14	5	-	2	14	4	-	3	4	24	3	-	2	23	6	-	0
5-A	3	13	5	0	9	5	7	0	5-A	7	17	5	0	21	8	0	0
5-B	12	5	3	1	14	6	0	1	5-B	17	6	5	1	24	4	1	0
5-C	7	10	3	1	14	4	2	1	5-C	17	9	3	0	23	2	3	1
5-D	11	5	4	1	14	4	2	1	5-D	27	1	1	0	27	1	1	0
5-E	7	7	7	0	8	11	2	0	5-E	12	11	6	0	26	2	1	0
5-F	8	8	5	0	11	7	2	1	5-F	13	12	3	1	21	6	1	1
6	0	0	-	21	4	4	-	13	6	10	15	-	4	24	4	-	1
7	0	21	-	0	1	20	-	0	7	1	28	-	0	3	26	-	0
Total	125	121	41	28	172	98	20	25	Total	218	166	40	11	351	72	9	3
Média	8,33	8,07	2,73	1,87	11,47	6,53	1,33	1,67	Média	14,53	11,07	2,67	0,73	23,40	4,80	0,60	0,20
Desvio P.	5,35	5,43	1,60	5,34	4,52	4,29	2,00	3,24	Desvio P.	7,34	7,14	1,70	1,10	6,14	6,32	0,99	0,41

Figura 5: Representação dos dados obtidos dos questionários da TE e TC

Fonte: Arquivo dos autores

Os dados dessa tabela foram utilizados para o gráfico 1. Nesse gráfico, observa-se que o perfil das diferenças de respostas corretas por questão da turma TE é superior a TC.

Os principais destaques positivos foram na TE. Nas questões 1A/1C/1D/5A/5E/6, o número de acertos foi acima da média. Tais resultados, pode-se inferir, se deram devido à característica dessas questões, pois abordavam as especialidades gerais dos grupos vegetais. Esse resultado pode ser explicado pela abordagem que o jogo faz dos grupos vegetais, já que cada grupo é representado por uma carta de suspeito (Figura 1). Dessa forma, pode-se atribuir que a interação entre os discentes e a ludicidade do jogo provocou uma discussão sobre os organismos que correspondiam aos grupos e suas funções através da competição que o jogo ocasiona.

Essa influência da ludicidade de um jogo, como agregador no processo de ensino-aprendizagem, também foi observada por Siqueira e Antunes (2013). Ele avaliou através de pré-teste e pós-teste os conhecimentos prévios dos alunos e a interferência do recurso didático jogo. Os seus resultados expõem que o jogo pode ser aplicado didaticamente como uma ferramenta agregadora do conhecimento.

Dessa forma, a aplicação e funcionalidade do jogo “Detetive - Evolução Vegetal” foram efetivas nas questões 1A/1C/1D/5A/5E/6, pois proporcionaram aos alunos tornar concreto algo tão abstrato, bem como o reconhecimento dos organismos representantes de cada grupo vegetal, não havendo mais uma confusão entre organismos dos reinos *plantae*, *proctista* e *fungi*, já que os números de acertos das questões citadas anteriormente foram superiores após a interferência do jogo.

Os números de acertos das questões 1B e 3, na TC, evidencia um resultado significativo, pois indica que o uso expositivo de conteúdo não foi suficiente para essas questões. Nessa turma o número de acertos, após a interferência da aula expositiva, se tornou negativo (Gráfico 1), ou seja, o número de acertos diminuiu após a aula expositiva. Quando se compara os resultados dessas mesmas questões, com a turma que teve a interferência do Jogo, o número de acertos aumentou.

Essas questões abordavam conteúdos de dois grupos (pteridófitas e briófitas). Esses conteúdos não são tão fáceis de serem assimilados. A dificuldade talvez esteja no desenvolvimento de aquisição do conhecimento. A maioria dos alunos são dispersos e inquietos e isso se reflete na falta de compreensão dos conteúdos abordados; o que causa uma deficiência da aprendizagem. Muitos desses alunos apresentam um processo de aprendizagem bem gradual, são alunos em sua maioria fora de faixa, devido às reprovações. Logo, isso mostra que o uso de um jogo pode diminuir esse cenário negativo e contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

Outro resultado que evidencia uma diminuição do número de acertos aconteceu na questão 4 da TE. Essa questão abordava a vascularização como fator evolutivo dos vegetais. O resultado negativo dessa questão pode ter sido gerado pela ausência de uma discussão direta desse assunto no próprio jogo.

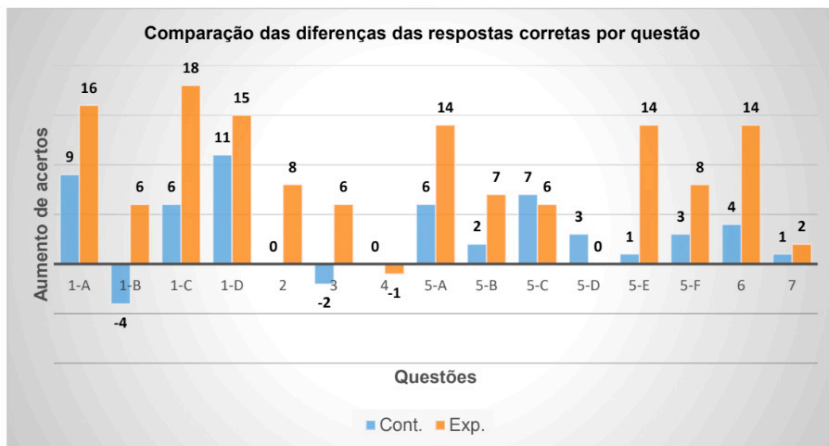


Gráfico 1: Representação gráfica do rendimento das respostas corretas dos alunos da TC e TE

Fonte: Arquivo dos autores

Outro resultado significativo foi da sétima questão. Essa questão abordou a reprodução das angiospermas e gimnospermas. O número de acertos dessa questão foi pouco expressivo. Os alunos não souberam identificar que a reprodução sexuada e assexuada está presente no grupo das plantas sem sementes, como também as estruturas reprodutoras dos grupos das plantas “superiores”. Essa dúvida esteve presente nas duas turmas, inclusive essa discussão foi abordada na dinâmica do jogo, o qual mostrava as estruturas reprodutoras como as armas adaptativas das gimnospermas e angiospermas, concomitante a isso, os ambientes sob os quais os organismos representantes habitavam.

Em outra análise, pode-se observar a eficácia do jogo aplicado na turma experimental. A linha de tendência (gráfico 2) da turma experimental possui uma tendência de acertos de 12,29, enquanto que a turma controle possui uma tendência de acertos de 8,19. O segmento de reta “diferença” representa uma tendência de acertos por alunos de 10,24, isto é, se caso as duas estratégias de ensino (jogo e aula expositiva) fossem aplicadas intercaladas para abordar algum conteúdo, alcançaria o dado citado anteriormente. O valor 10,24 foi mensurado a partir da média entre os valores finais dos pós-testes (12,29 da TE e 8,19 da TC). Em relação às funções apresentadas ao lado de cada segmento de reta ($y = 4,77x + 2,75$; $y = 3,505x + 3,23$; $y = 2,24x + 3,71$), elas propiciam encontrar qualquer ponto na reta dos seus parâmetros correspondentes.

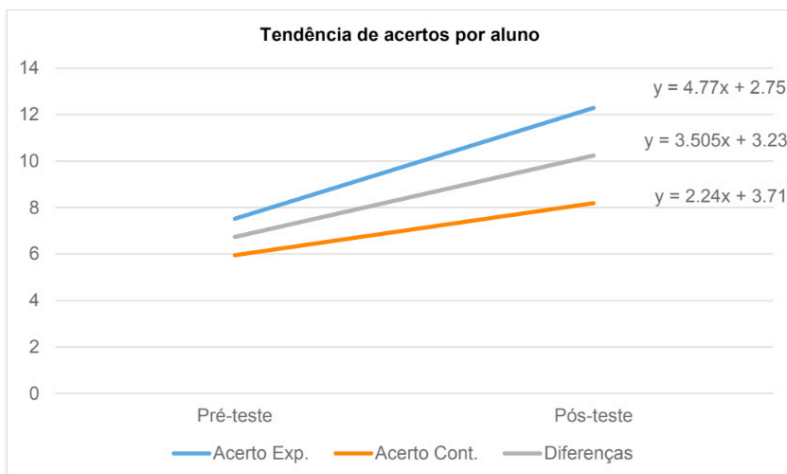


Gráfico 2: Representação gráfica dos acertos, das diferenças e dos erros de respostas extraídas do pré-teste e pós-teste nas turmas experimental e controle.

Fonte: Arquivo dos autores

Os dados aplicados na equação do método estatístico Mc Nemar são expostos na tabela 4, onde são apresentados dois conjuntos de respostas, estas diferenciadas em acerto e não acerto. Assim é estabelecida uma tabela que obtém frequências 2x2 que representam as respostas dos alunos do pré-teste e do pós-teste.

Conforme é verificado que a equação de Mc Nemar frisa o número de mudanças de respostas contidas em A e D, pois as respostas correspondentes ao A apresentam-se na célula A, para D segue o mesmo mecanismo de mensuração para a significância das respostas. Logo, as informações atribuídas a TC quanto às mudanças de respostas são esperadas em A e D, ou seja, o valor de A (53) é o somatório das mudanças de errado para certo; D (6) corresponde aos valores negativos, os que mudaram de certo para errado; quanto às outras células, o B (137) corresponderá às respostas que se mantiveram erradas e o 119 (C) foram às respostas corretas mantidas. Para a TE foi aplicada a mesma sistemática de tabulação e de equação proposta pelo método adotado.

Turma controle		Depois	
		Acertos	Não acertos
Antes	Não acertos	53	137
	Acertos	119	6
Turma experimental		Depois	
		Acertos	Não acertos
Antes	Não acertos	134	83
	Acertos	217	1

Tabela 4: Frequências de respostas para teste de Mc Nemar com a correção de Yates
 Fonte: Arquivo dos autores

De acordo com os resultados obtidos por Mariano (2014) e Siqueira e Antunes (2013), que se mostraram positivos em números de acertos de questões e em um ensino relevante após analisar o seu pré-teste e pós-teste. O presente trabalho também obteve resultados fundamentais que validaram o quão positivo foi o jogo “Detetive – Evolução Vegetal” como estratégia didática, visto que o mesmo possibilitou à turma 7º ano uma aprendizagem significativa do conteúdo sobre evolução das plantas. Essa significância foi mensurada através da análise dos resultados extraídos do pré-teste e pós- teste, ver figura 6, que tornaram perceptíveis as mudanças das respostas.

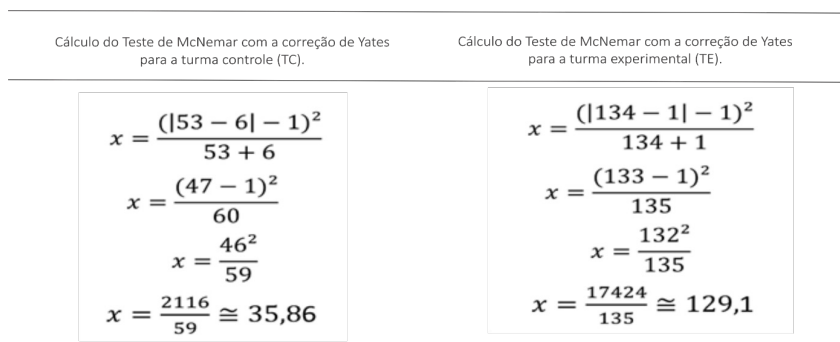


Figura 6: Cálculo do teste estatístico para a turma controle e experimental
 Fonte: Arquivo dos autores

Aplicando o teste do qui-quadrado com grau de liberdade 1, os valores de X² foram superiores a 10,83. Esse resultado demonstra que houve 99,9% de chance de que a aula expositiva teve interferência no número de acertos na turma controle e que houve 99,9%

de chance de que a aplicação do jogo teve interferência no número de acertos na turma experimental.

Conforme a influência das estratégias de ensino aplicadas nas turmas controle e experimental, constata-se o alcance das médias de aumento de acertos por questão de 8,87 na turma experimental, que foi quase 3 vezes maior (2,83) que a turma controle, cuja média de aumento de acertos por questões foi 3,13 (ver gráfico 3).

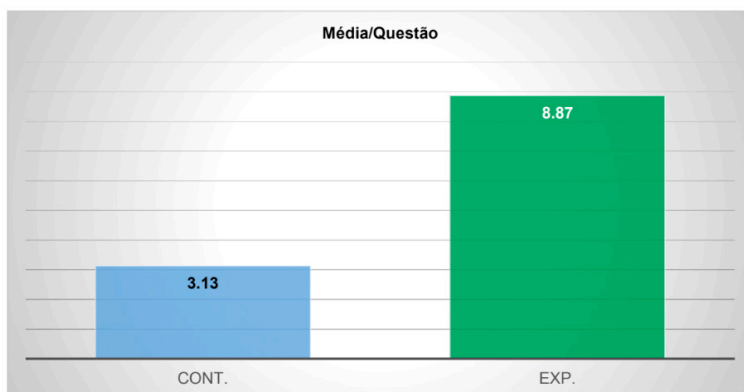


Gráfico 3: Dados comparativos da média do aumento de acertos entre as turmas controle e experimental

Fonte: Arquivo dos autores

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A prática pedagógica estabelece uma interação mais efetiva no aprendizado dos alunos quando se mostra inovadora e motivadora para eles, facilitando o processo de mediação do professor e da aprendizagem dos discentes. Entretanto, os alunos devem se sentir estimulados a aprender o conteúdo. O interesse e a importância dos assuntos explorados na sala de aula podem ser aguçados pelo docente, mas os discentes precisam reconhecer para o que de fato determinado conteúdo influenciará em seu cotidiano.

Desse modo, a metodologia aplicada nesta pesquisa buscou evidenciar a influência da escolha de uma estratégia de ensino para a aprendizagem dos alunos por ser um instrumento facilitador na transmissão do conhecimento. Ao reconhecer isso, o jogo “Detetive – Evolução Vegetal” deixou de ser um instrumento meramente lúdico e passou a ser um recurso didático quando apresentou mecanismos que agregaram determinadas características: desde o prazer no ato de brincar até a aquisição do conhecimento; reestruturando os aspectos cognitivos dos alunos, sobretudo ao desenvolver as habilidades. Ao serem praticadas, estas levaram ao surgimento das competências.

Diante disso, a pesquisa só estabeleceu de fato a sua importância para que os

alunos compreendessem a evolução das plantas ao reconhecer que tanto o jogo aplicado à turma experimental, quanto à aula expositiva aplicada à turma controle foram estratégias didáticas exercidas para os alunos se reconhecerem como sujeitos de sua aprendizagem, ao abordar uma problemática que parecia ser algo tão distante do cotidiano deles, mas que faz parte diretamente do processo de evolução de todos os seres vivos, assim reconhecendo os vegetais como os produtores primários para a cadeia alimentar, bem como as suas funções fisiológicas. Estas características são imprescindíveis para o equilíbrio ecológico a nível mundial; por conseguinte as ações dos alunos ao interagirem com o tema abordado, quando questionavam, debatiam e discutiam, propiciando uma aprendizagem resultante das suas próprias ações, cuja não resulta de qualquer ação, porém de sequências didáticas que possibilitem os alunos alcançarem o conhecimento.

Ao analisar o estudo, percebeu-se que os resultados demonstraram que os alunos conseguiram compreender que o processo evolutivo do Reino *Plantae* se dá ao estabelecer um entendimento de que estes organismos são multicelulares, que quando embriões dependem diretamente do organismo genitor para se desenvolverem, como também por obterem uma organização celular eucariótica, e por serem autotróficos fotossintetizantes.

Os dados do pós-teste revelaram que o jogo “Detetive – Evolução Vegetal” apresentou-se como uma estratégia de ensino eficiente, pois os alunos da turma experimental obtiveram um número de acertos das questões mais significativo que os da turma controle, assim apresentando uma relevante interferência positiva de 99,99% na aula, bem como a aprendizagem do conteúdo conferida em uma média do aumento de acertos das questões em 8,87.

Nesse sentido, pode-se considerar que a estratégia de ensino aplicada nessa pesquisa evidenciou quão influente é a percepção do professor sobre qual recurso didático utilizar e quando aplicado e adequado aos alunos, este interfere diretamente no processo de ensino-aprendizagem de maneira positiva. Portanto, o jogo “Detetive – Evolução Vegetal” mostrou ser uma estratégia de ensino que facilita a compreensão do processo evolutivo das plantas e possibilitou o alcance do objetivo desta pesquisa, que era verificar a eficiência desse recurso didático no ensino da evolução dos vegetais.

REFERÊNCIAS

AKEL FILHO, N. **Aprendizagem colaborativa baseada em ambientes virtuais**: possibilidades na construção de conhecimentos de neurociência. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba 2006. Disponível em: http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=704. Acesso em: 24 ago. 2020.

AMADEU, S. O.; MACIEL, M. D. A dificuldade dos professores de educação básica em implantar o ensino prático de Botânica. **Revista de Produção Discente em Educação Matemática**. ISSN 2238-8044, v. 3, n. 2, 2014. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/pdemat/article/view/21269>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. A. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. *IN: NARDI, R. et al. Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo, Escrituras Editora, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental**. - Brasília: MEC /SEF, 1998.

CÂMARA, F. G.; SILVA, O. **Estatística Não Paramétrica: Testes de Hipóteses e Medidas de Associação**. 95 p. Departamento de Matemática, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 2001. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/274346853/Estatistica-Nao-Parametrica-testes-de-Hipoteses-e-Medidas-de-Associao>. Acesso em: 10 ago. 2020.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. **A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia**: uma proposta para favorecer a aprendizagem. Núcleo de Ensino. São Paulo: Pró Reitoria de Graduação – Instituto de Biociências da Universidade Estadual de São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**. 3. ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DERVAL, J. **Aprender na vida e aprender na escola**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

GALLO, S. N. **Jogo como elemento da cultura**: aspectos contemporâneos e as modificações na experiência do jogar. 2007. Tese (Doutorado em Comunicação e Semiótica) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/4906/1/Sergio%20Gallo.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KAPP, K. M. **The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education**. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2012.

KISHIMOTO, T. M. **O brinquedo na educação**: considerações históricas. Série Idéias n. 7. São Paulo: FDE, 1995. Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/dea_a.php?t=019. Acesso em: 21 ago. 2020.

KOBASHIGAWA, A. H. et al. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica – Mão na massa nos dias 28 a 29 de novembro de 2008. p. 212-217. Estação Ciência/ USP. São Paulo – SP. Disponível em: http://www.cienciaiao.usp.br/dados/smm/_estacaocienciaformacaodeeducadorespaooensinodocienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf. Acesso em: 08 ago. 2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas 2003.

MARIANO, M. R. **Validação de Jogo educativo tátil parágrafo Deficientes visuais sobre Drogas psicoativas**. 2014. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/15633/1/2014_tese_mrmariano.pdf. Acesso em: 11 ago. 2020.

MORAN, J. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. *IN: YAEHASHI, S. et al. (orgs.). Novas Tecnologias Digitais: Reflexões sobre mediação, aprendizagem e desenvolvimento*. Curitiba: CRV, 2017, p.23-35.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança: imitação, jogo e sonho, imagem e representação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

PIAGET, J. **A psicologia da criança**. 17. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAVEN, P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

SANTOS, D. Y. A. C.; CECCANTINI, G. **Propostas para o ensino de botânica: manual do curso para atualização de professores dos ensinos fundamental e médio**. 47 p. Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/bmaterial1.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

SCHWARZ, V. R. K. **Contribuição dos jogos educativos na qualificação do trabalho docente**. 2006. Tese (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3052/1/000383790-Texto%2bCompleto-0.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

SERRA, R. M. M.; FREITAS, H. M. B.; LIRA-DA-SILVA, R. M. O Jogo como ferramenta didática para o ensino de Botânica. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 2190-2194, 2013. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307760>. Acesso em: 18 ago. 2020.

SIQUEIRA, I. J.; ANTUNES, A. M. JOGO DE TRILHA “LIXO URBANO”: EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA SENSIBILIZAÇÃO DA COMUNIDADE ESCOLAR. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 3, 2013. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/21151>. Acesso em: 13 ago. 2020.

VALADARES, B. L, B.; RESENDE, R. O. “Na Trilha Do Sangue”: O Jogo Dos Grupos Sanguíneos. **Genética na Escola**. 3, n. 3, p. 10-16, 2009. Disponível em: <https://escoladeciencias.files.wordpress.com/2013/06/jogo-dos-grupos-sanguineos.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente: desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WECKERLIN, E. R.; MACHADO, V. M. A Teoria da Transposição Didática: uma análise de periódicos CAPES na área do ensino de ciências. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências–ENPEC. Águas de Lindóia/MG**, 2013. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0773-1.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2008. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/690>. Acesso em: 20 ago. 2020.

JOGO “BINGO DA REVISÃO”: APLICAÇÃO DE INSTRUMENTO PEDAGÓGICO NAS AULAS DE CIÊNCIAS NUMA ESCOLA PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ALAGOINHAS-BA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 06/10/2020

Leiliane Silva dos Santos

Iniciação a Docência - Campus II, UNEB,
Alagoinhas-BA
<http://lattes.cnpq.br/1112108614899353>

Eltamara Souza da Conceição

Universidade do Estado da Bahia.
Departamento de Ciências Exatas e da Terra
II – Campus II, UNEB,
Alagoinhas-BA
<http://lattes.cnpq.br/0603538680896060>

Maria José Dias Sales

Faculdade Santíssimo Sacramento e da rede
estadual de ensino básico.
Alagoinhas-BA
<http://lattes.cnpq.br/2828850001442864>

RESUMO: A ludicidade, no cenário educacional, é uma das novas técnicas didáticas utilizadas como ferramenta de ensino, para garantir uma aprendizagem mais eficiente entre os estudantes. O objetivo deste estudo foi avaliar a relevância do jogo “Bingo da Revisão” como uma atividade lúdica para melhoria da aprendizagem e instrumento de revisão para os discentes do ensino fundamental, na Escola Estadual Luiz Navarro de Brito, município de Alagoinhas-BA. O jogo foi uma adaptação a um bingo, onde a cartela devia ser preenchida com terminologias relacionadas com o conteúdo “Sistema Excretor”. Desta forma, o material

elaborado propôs a solução de problemas pertinentes a terminologias em Ciências e revisão de conteúdos previamente trabalhados em aula expositiva pela docente regente. O jogo consistiu em uma tabela com seis espaços vazios e vinte opções de palavras, que foram as terminologias mais utilizadas e importantes para compreensão do conteúdo. Os estudantes escolhiam as palavras que acreditavam possuir conhecimento sobre seu respectivo conceito e assim preenchiam os espaços vazios da tabela com as mesmas. Estes demonstraram uma reação positiva, de aceitação do jogo, sendo que a maioria conseguiu completar a tabela e marcar pontos. Observamos, de maneira geral, que durante a aplicação do jogo, o uso do recurso contribuiu para melhorar a aprendizagem durante a revisão, possibilitando ainda maior valorização do conteúdo pelos estudantes. O jogo aqui apresentado pode ser adaptado para outros conteúdos, níveis e objetivos, sendo mais uma ferramenta para colaborar no processo de ensino-aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: PIBID. Docência. Ensino de Ciências. Ludicidade.

“BINGO DA REVISÃO” GAME: APPLICATION OF A PEDAGOGICAL INSTRUMENT IN SCIENCE CLASSES AT A PUBLIC SCHOOL IN THE MUNICIPALITY OF ALAGOINHAS-BA

ABSTRACT: Playfulness in the educational setting is one of the new teaching techniques used as a teaching tool to ensure more efficient learning among students. The objective of this study was to evaluate the relevance of the game

“Bingo da Revision” as a playful activity to improve learning and a review tool for elementary school students, at the Luiz Navarro de Brito State School, municipality of Alagoinhas-BA. The game was an adaptation to a bingo, where the card should be filled with terminologies related to the content “Excretory System”. Thus, the material prepared proposed the solution of problems related to terminology in Sciences and revision of contents previously worked in expository class by the teacher. The game consisted of a table with six empty spaces and twenty word options, which were the most used and important terminologies for understanding the content. The students chose the words they believed to have knowledge about their respective concept and thus filled in the empty spaces in the table with them. These showed a positive reaction, of acceptance of the game, and the majority managed to complete the table and score points. We observed, in general, that during the application of the game, the use of the resource, contributed to improve learning during the review, allowing even greater appreciation of the content by the students. The game presented here can be adapted to other content, levels and objectives, being another tool to collaborate in the teaching-learning process.

KEYWORDS: PIBID. Teaching. Science teaching. Playfulness.

1 | INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências ainda hoje pode ser um desafio para muitos professores e educandos. Nota-se que o modelo de ensino atual, visto como tradicional, se mostra cada vez mais ineficiente. Neste modelo, há uma visão limitada dos educandos, que por sua vez são vistos como meros depósitos de informações, onde não há uma preocupação em adequar os métodos ou/e as abordagens para cada faixa etária ou para realidades diferentes, o que o torna inadequado (STACCIARINI; ESPERIDIÃO, 1999). De acordo com Castro e Goldschmidt (2016), muitos educadores ainda utilizam o modelo tradicional de ensino nas nossas escolas de ensino Fundamental e Médio.

O professor deve refletir sobre sua prática de ensino e ao mesmo tempo buscar compreender como o educando aprende. “Embora muitos autores considerem - ensinar e aprender – um processo único, estes possuem características distintas, ou seja, são processos dialéticos” (SOUZA, 2013). Para que o processo de ensino-aprendizagem seja bem sucedido é necessário avaliar a forma como o conteúdo é exposto.

A finalidade de proporcionar aprendizagem diferenciada, está em tornar a aula, fonte de motivação para quem a vivencia. Propor estímulos que correspondam ao interesse do educando, garantindo assim a permanência em sala de aula, não é uma tarefa de fácil solução. Representações de desânimo, de falta de interesse e comprometimento, são muitas vezes uma realidade de vários professores. É possível afirmar, que toda essa vivência problematizadora em torno do ensino e suas práticas, podem estar relacionadas com o foco na diversidade em sala de aula.

Os processos de ensino aprendizagem podem ocorrer de diversas formas. A ludicidade, no cenário educacional, se apresenta com uma das novas técnicas didáticas

que pode ser utilizada como ferramenta de ensino para garantir uma aprendizagem mais eficiente entre os estudantes. Cabe aqui mencionar que “a palavra lúdico vem do latim *ludus* e significa brincar. Neste brincar, estão incluídos os jogos (...) a função educativa do jogo oportuniza a aprendizagem do indivíduo, seu saber, seu conhecimento e sua compreensão de mundo” (MENDES; HIRCO, 2019).

Considerando-se essa origem etimológica do vocábulo e corroborando com esse entendimento, cabe destacar que, por apresentarem um caráter lúdico e assim proporcionar determinadas aprendizagens, além de alcançar objetivos pedagógicos, os jogos didáticos se diferenciam do material pedagógico, apresentando-se como alternativa viável para melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem (KISHIMOTO, 1996; CUNHA, 1998)

Atendendo diferentes propósitos no contexto educacional, o jogo pode propiciar um desenvolvimento coletivo e dinâmico nas áreas cognitiva, afetiva, social e motora, além de contribuir para a construção da autonomia, da criatividade, da responsabilidade e da cooperação dos estudantes (LONGO, 2012; CASTRO; TREDEZINI, 2014). Os jogos didáticos facilitam o alcance de objetivos nas aulas de Ciências e Biologia, já que estimulam a aprendizagem e o interesse por parte dos educandos (NEVES; CAMPOS; SIMÕES, 2008). Nesta perspectiva, pode ser aplicado como recursos que auxiliam na construção do conhecimento em qualquer área do ensino (ANTUNES, 1999; CASTRO; TREDEZINI, 2014).

Partindo de tal pressuposto, os jogos lúdicos se assentam em bases pedagógicas, apresentando-se como algo inovador e atraente, que torna o conteúdo agradável e a aula animadora, além de possibilitar a conquista preciosa da atenção dos educandos. Percebe-se que o processo de ensino-aprendizagem, nessa perspectiva, passa a apresentar um caráter que proporciona aprendizados mais significativos. Por esta razão, o presente estudo teve como objetivo avaliar a relevância do jogo “Bingo da Revisão” como uma atividade lúdica para melhoria da aprendizagem de discentes do ensino fundamental numa escola pública do município de Alagoinhas-BA.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa em questão foi realizada durante a atuação do PIBID na III unidade letiva do Ensino Fundamental II, com discentes do 7º ano, em um Colégio da Rede Estadual de Ensino, na cidade de Alagoinhas-BA. Nesta turma, a pibidiana (PIBID-CAPES-UNEB/ Subprojeto interdisciplinar) estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Campus II, atuava desde o início do ano letivo e já havia desempenhado algumas atividades anteriormente, tendo um bom relacionamento com os educandos. Durante as observações das aulas, foi possível notar que havia a necessidade de adotar estratégias que facilitassem o processo de ensino-aprendizagem.

Desta forma, o jogo foi elaborado a partir da constatação de que havia dificuldade por parte dos estudantes em aprender as terminologias relacionadas aos conteúdos de Ciências.

O material elaborado propôs a solução de problemas relacionados a terminologias em Ciências e revisão de conteúdos, previamente trabalhados em aula expositiva, pela docente regente. Antes de iniciar o jogo, as instruções foram passadas para a turma. Foram estabelecidos critérios para execução do jogo, tais como: período de tempo para completar a cartela e respostas individuais, sem o auxílio de materiais para consulta. Cada palavra acertada possuía o valor de um ponto, que no final era somado, totalizando uma pontuação individual para os educandos/jogadores. O educando/jogador que obtivesse maior número de acertos ganhava a partida. A aula jogo foi realizada em 100 minutos.

O jogo consistiu em uma tabela com seis espaços vazios e vinte opções de palavras (Fig. 1).

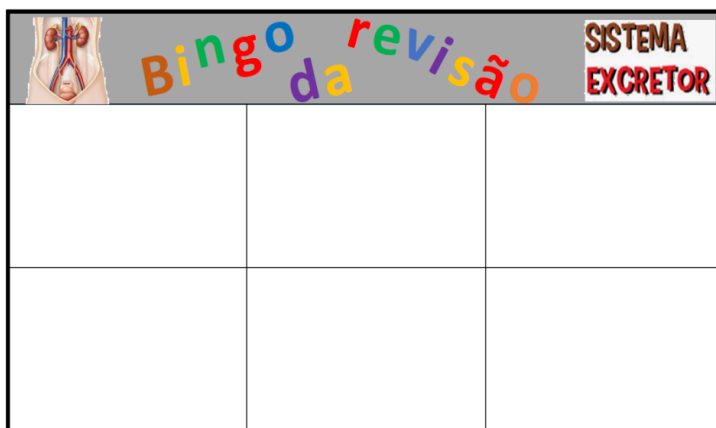


Figura 01: Cartela recebida para preenchimento, pelos estudantes, no decorrer da realização do jogo.

Fonte: Autoria própria.

As palavras que os estudantes deveriam utilizar para preencher a cartela foram as terminologias mais utilizadas e importantes para compreensão do conteúdo - “Sistema Excretor”. As palavras foram: Néfron, Uretra, Excretas, Micção, Excreção, Desidratação, Transpiração, Homeostase, “Antidoping”, Glândulas sudoríparas, Hemodiálise, Esfíncter, Ureia e Creatinina. Para saber qual das vinte palavras listadas deveria selecionar para preencher a tabela, o educando deveria atentar para a definição e conceito ou descrição das características pré-definidas e informadas pela professora. Desta forma, a cada rodada, uma definição, conceito ou característica relacionados às palavras eram apresentadas para os discentes. Assim, eles escolhiam as palavras que acreditavam ser correspondentes e

consecutivamente preenchiam os espaços vazios da tabela com as mesmas.

A verificação do desempenho dos estudantes foi realizada pela pibidiana, que coletou os dados através da observação do jogo e dos seus elementos. Além de fazer anotações contendo a descrição e aplicação da aula. Este trabalho teve abordagem qualitativa, sendo uma pesquisa que não está fundamentada em números e conclusões precisas. A principal preocupação na sua execução, como em outros estudos com essas características “[...] é retratar a complexidade de uma situação particular, focalizando o problema em seu aspecto total” (OLIVEIRA, 2008). Para avaliar os impactos do jogo e opiniões dos estudantes, no final da aula-jogo, a bolsista descrevia como de fato, as aulas tinham ocorrido, buscando refletir sobre os sucessos e fracassos obtidos com a aplicação do jogo.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os educandos demonstraram uma reação positiva, de aceitação do jogo e a maioria conseguiu completar a tabela e marcar pontos. Foi observado, de maneira geral, durante a aplicação desta atividade, que o uso do recurso contribuiu para melhorar a aprendizagem durante a revisão dos conteúdos. Isto vem a corroborar com o que foi apresentado por Araújo, Ribeiro e Santos (2012), os quais registram a importância da utilização dos jogos pedagógicos como ferramenta de apoio para o reforço de conteúdos já apreendidos anteriormente.

Pôde-se observar um notório engajamento na rotina das aulas de Ciências, possibilitando a permanência e maior frequência em sala de aula. Isso aconteceu provavelmente por causa da preferência pelos educandos por modalidade de entretenimento, o que visivelmente foi notada através da dinâmica do jogo. Constatando-se então que o jogo se configura como um dos caminhos para a integração dos educandos de forma criativa, produtiva e participativa, possibilitando ainda maior valorização do conteúdo (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003).

Os elementos do jogo que favoreceram o aprendizado durante a realização desta atividade foram: objetivo, uma leve competição, regras e grande interação entre professor e educando. Situação que colocou o docente na condição de condutor e estimulador da aprendizagem, apresentando assim um envolvimento ativo na construção do conhecimento durante a aplicação do jogo, na medida em que proporcionou estímulo ao interesse do educando pelas aulas. Ressaltando neste viés, a importância do papel docente como condutor de atividades lúdicas que visem efeitos pedagógicos (MIRANDA, 2001).

Essa exploração dos conteúdos de forma interativa torna o processo mais divertido e os assuntos aplicados fácil de entender (GRANDO, 2001). A alternativa a uma metodologia de exploração apenas do teórico, com aplicação do “Bingo da revisão”, permitiu aos educandos maior estímulo para participação nas aulas, injetando alegria, ânimo e entusiasmo. Isso foi perceptível pelo entusiasmo observado nos educandos no anseio de

vencer, rendendo discussões na tentativa da resolução do jogo, inclusive tendo propostas da não finalização do jogo por parte deles.

Quando questionados, os educandos arriscavam acertar a resposta por diversas vezes. Isso nos levou à percepção sobre o comprometimento com a atividade e verdadeira intenção de alcançar resultados positivos no jogo. Além disso, mesmo quando o acerto ao questionamento não era obtido, a maioria demonstrava atenção e manifestava interesse pelo assunto abordado, desejando aprendê-lo no momento da correção. Assim, foi possível para a docente identificar o grau de dificuldade quanto às terminologias, até aquele momento. Com relação a este aspecto, Grandó (2001) cita que, a partir da aplicação do jogo, é possível identificar e diagnosticar as dificuldades, de diferentes níveis dos educandos.

Poucos educandos se mostraram indispostos a participar da atividade. A partir disso, percebemos na atuação em sala de aula, que havia uma necessidade de dispor de atividades que pudessem deixar os estudantes em situações mais confortáveis, de uma forma leve, prazerosa e divertida. É relevante destacar ainda que houve muitos elogios ao jogo, com justificativas, tais como: “...porque foi muito divertido, animado, educativo, me ensinou mais sobre o corpo humano...”. Todos os estudantes relataram nunca ter participado ou feito uso de jogos no componente curricular de Ciências. Isso deixa patente a importância da utilização desta ferramenta, comprovando que as aulas lúdicas são importantes no ensino de ciências e que quando bem programadas, contribuem para a consolidação do conhecimento acerca dos fenômenos biológicos pelos estudantes, trazendo para o docente resultados satisfatórios relacionados ao processo ensino-aprendizagem (MELO; ÁVILA; SANTOS, 2017).

É preciso destacar ainda que, apesar do critério usado para criação do jogo ser a obtenção de ações individuais por parte do educandos, foi possível perceber intenções de colaboração entre estes. Mesmo no momento em que competiam, transcendiam a simples ideia de “ganhar”, operando para interesses mútuos e priorizando a coletividade, fortalecendo o aprendizado cooperativo, o que contribuía para uma saudável interação. De acordo com Fardo (2013), a competição e colaboração são elementos que podem ocorrer juntos, o que potencializa a interação. Souza (2017), ao se referir à colaboração em jogos, a caracterizou como elemento possivelmente mais significativo, sendo ainda responsável pelo empenho crescente da atividade lúdica.

Após a finalização do jogo, foi satisfatório perceber que os educandos/jogadores do ‘Bingo da revisão’ aprenderam sobre os conteúdos, com sua aplicação. O que foi notado pela quantidade de acertos na resolução das questões, que foi superior a quantidade de erros. Mas uma questão é relevante de ser considerada, como citam Nogaro e Granella (2004), a de que o erro não impossibilita a aprendizagem, por sua vez, se apresenta como algo estimulante para que o educando continue estudando.

Diante do exposto, apresentamos uma visão positiva referente ao jogo por parte dos educandos, que inclusive apoiaram o método de ensino, por ser um facilitador da

aprendizagem. Sendo evidente que o jogo serviu como ferramenta auxiliadora no processo de apropriação do conteúdo, uma vez que para avançar e conseguir finalizá-lo era necessário ter conhecimento do assunto abordado (SOUZA, 2017). Houve um aumento no desempenho da turma e isso reforça ainda mais a ideia de olhar para os jogos de maneira diferenciada. Nessa perspectiva, o jogo se coloca como uma opção e estratégia viável, podendo substituir o ensino pautado apenas em práticas pedagógicas consideradas tradicionais.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados observados, foi possível compreender que a opinião dos estudantes em relação ao uso de jogo 'Bingo da revisão' no processo de ensino e aprendizagem, é bastante relevante. Os estudantes abraçaram a proposta de maneira positiva, de modo que desejavam a continuidade da utilização do jogo em outros conteúdos do componente curricular Ciências, atribuindo a estes a vantagem de permitir o auxílio na aprendizagem do tema trabalhado. O entusiasmo dos estudantes era perceptível e confirmou que os jogos tornam a sala de aula um ambiente prazeroso de estudar. Tendo esses estudantes declarado ainda se sentirem mais atraídos, além de possibilitar maior interação com seus colegas e com o professor.

Todas essas considerações enfatizam a necessidade de redimensionamento da prática pedagógica, que precisa sair do dito ensino tradicional, para práticas mais interativas. O que foi percebido aqui neste trabalho, se coaduna com muitos relatos de autores, que através da utilização desse instrumento em sala de aula, obtiveram experiências semelhantes e estimuladoras, sobretudo num programa PIBID, que tem papel muito relevante no processo formativo de docentes.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. **Jogos para a estimulação das múltiplas inteligências**. Petrópolis: Vozes Limitada, 1999.

ARAÚJO, Nukácia Meyre Silva; RIBEIRO, Fernanda Rodrigues; SANTOS, Suellen Fernandes dos. **Jogos pedagógicos e responsividade: ludicidade, compreensão leitora e aprendizagem**. Bakhtiniana: Revista de Estudos do Discurso, v. 7, n. 1, p. 4-23, 2012.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A. **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem**. Caderno dos Núcleos de Ensino, v. 47, p. 47-60, 2003.

CASTRO, D. D., & TREDEZINI, A. D. M. **A importância do jogo/lúdico no processo de ensino-aprendizagem**. Revista Perquirere, v.11, n.1, p. 166-181, 2014.

CASTRO, T. F. de; GOLDSCHMIDT, A. I. **Aulas práticas em ciências: concepções de estagiários em licenciatura em biologia e a realidade durante os estágios.** Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 13, n. 25, p. 116-134, 2016.

CUNHA, H. S. **Brinquedo, desafio e descoberta.** 1ª edição. AE/MEC/RJ, 1998.

DIANA, J. B.; GOLFETTO, I. F.; BALDESSAR, M. J.; SPANHOL, F. J. **Gamification e teoria do flow.** In FADEL, Luciane Maria; ULBRICHT, Vânia Ribas; BATISTA, Cláudia Regina; VANZIN, Tarciso (Org.). Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 300p., 2014.

FARDO, L. M. **A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem.** RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, (UFRGS), Porto Alegre, v. 11, n.1, 2013.

FIALHO, N. N. **Os Jogos Pedagógicos como Ferramentas de Ensino.** Anais... III Congresso Nacional de Educação, 2008, Curitiba: Editora Universitária Champagnat, p.12299 – 12306, 2008.

GOMES, R. R. et al. **Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia.** Erebio, v. 1, p. 389-92, 2001.

GRANDO, R. C. **O jogo e suas possibilidades metodológicas no processo ensino/ aprendizagem da matemática.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação.** São Paulo: Cortez, 183p., 1996.

LONGO, V. C. C. **Vamos jogar? Jogos como recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia.** Textos FCC, v. 35, p. 130-159, 2012.

MELO, A. C. A.; ÁVILA, T. M.; SANTOS, D. M. C. **Utilização de jogos didáticos no ensino de ciências: um relato de caso.** Ciência Atual –Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José, v. 9, n. 1, 2017.

MENDES, E. dos S.; HIRCO, I. A. **O lúdico no processo ensino aprendizagem.** Pedagogia, p. 37-37, 2019.

MIRANDA, S. **No Fascínio do jogo, a alegria de aprender.** Ciência Hoje, v. 28, p. 64-66, 2001.

NEVES, J. P.; CAMPOS, L. L.; SIMÕES, M. G. **Jogos como recurso didático para o ensino de conceitos paleontológicos básicos aos estudantes do ensino fundamental.** Terr@ Plural, Ponta Grossa, 2008 v. 2, p. 103-114.

NOGARO, A.; GRANELLA, E. **O erro no processo de ensino e aprendizagem.** Revista de Ciências Humanas, v. 5, n. 5, p. 31-56, 2004.

OLIVEIRA, C. L. de. **Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características.** Revista Travessias, Cascavel, v. 2, n. 3, p.1-16, 2008.

SOUZA, C. R. T. de. **Processos de ensino-aprendizagem e games: considerações sobre o In situ no curso de Ciências Biológicas da UNEB – Campus II.** (Dissertação de Mestrado). Departamento de Educação. GESTEC. Salvador, 174p., 2013.

SOUZA, T. L. S. **Diagnóstico do uso de aula gamificada e a motivação de alunos da EJA no município de Pedrão - BA.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade do Estado da Bahia, Alagoinhas, 87p., 2017.

STACCIARINI, J. M. R.; ESPERIDIÃO, E. **Repensando estratégias de ensino no processo de aprendizagem.** Revista Latino-Americana de Enfermagem, v. 7, n. 5, p. 59-66, 1999.

AS REDES SOCIAIS NO PROCESSO DE BUSCA DE INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS NO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 11/09/2020

Shaila Regina Herculano Almeida Maximo

IFSP

São Paulo - SP

<http://lattes.cnpq.br/5088114575349440>

Flávio Krzyzanowski Júnior

IFSP

São Paulo - SP

<http://lattes.cnpq.br/5239981824783353>

RESUMO: A busca por informações tem sido cada vez mais facilitada com as diferentes ferramentas que a internet oferece aos seus usuários. No ambiente escolar, as opções virtuais são inúmeras e facilitam a vida de alunos e professores em suas pesquisas e metodologias. As redes sociais complementam a utilização de novas ferramentas tecnológicas para a obtenção de informação e conhecimento, mas é necessário que estejamos atentos às informações que são oferecidas, especialmente na área da ciência, pois elas podem ou não ser confiáveis. Poucos são os estudos sobre esse campo e, por isso, o trabalho em questão teve como objetivo verificar os tipos de fontes que estão sendo utilizadas pelos estudantes da educação básica nas pesquisas sobre assuntos científicos. Para a coleta de dados, foram utilizados comentário e publicações de alunos do ensino médio do Instituto Federal de São Paulo, em um grupo na rede social Facebook® promovido pelo projeto

“Adote um micro-organismo”. Foi desenvolvida uma análise quali-quantitativa das fontes de informação utilizadas por eles. Os alunos se utilizaram de algumas fontes confiáveis para a pesquisa científica, mas a maioria das informações veio de fontes não científicas ou duvidosas. A pesquisa demonstrou a importância de se desenvolver treinamentos eficientes para a busca de informações confiáveis na internet e com maior regularidade tanto para alunos como para professores, objetivando a conscientização deles sobre os benefícios da utilização de fontes de conhecimento seguras e os riscos que a internet pode trazer ao apresentar informações científicas duvidosas. Assim, esses jovens terão melhores condições de julgar as informações por eles recebidas de forma consciente e crítica.

PALAVRAS - CHAVE: ensino médio, fontes de informação, internet, rede social.

SOCIAL NETWORKS IN THE PROCESS OF SEARCHING SCIENTIFIC INFORMATION IN HIGH SCHOOL: A CASE STUDY IN MICROBIOLOGY CLASSES

ABSTRACT: The search for information has been facilitated by different tools that the internet offers its users. In the school environment, the virtual options are numerous and make life easier for students and teachers in their research and methodologies. Social networks complement the use of new technological tools to obtain information and knowledge, but it is necessary that we are attentive to the information that is offered, especially in the area of science, as they may or may not be reliable. There are few studies

on this field and, therefore, the work in question aimed to verify the types of sources that are being used by students of basic education in research on scientific subjects. For data collection, comments and publications from high school students from the Federal Institute of São Paulo were used, in a group on the social network Facebook® promoted by the project “Adopt a micro-organism”. A qualitative and quantitative analysis of the information sources used by them was developed. The students used some reliable sources for scientific research, but most of the information came from unscientific or dubious sources. The research demonstrated the importance of developing efficient training for the search for reliable information on the internet and with greater regularity for both students and teachers, aiming to raise their awareness about the benefits of using safe knowledge sources and the risks that the internet can bring when presenting dubious scientific information. Thus, these young people will be better able to judge the information they receive consciously and critically.

KEYWORDS: high school, information sources, internet, social network

1 | COMUNICAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Ao longo dos anos, o conhecimento adquirido pelo ser humano foi construído, registrado e comunicado em diferentes formatos. A explosão bibliográfica, ou seja, o aumento do volume de informações vem acontecendo desde o estabelecimento das ciências modernas, no século XVII, e só tem se tornado mais evidente com os meios eletrônicos de divulgação atuais. As informações ficam obsoletas num intervalo de tempo cada vez menor, acumulando-se nos materiais impressos e na internet (CENDÓN; CAMPELLO; KREMER, 2000). Por isso, é preciso buscar por critérios para avaliar essa grande quantidade de conhecimento disseminado.

Ao menos no campo da ciência, uma informação é considerada confiável quando passa por algum método científico e é avaliada pelos pares da área de conhecimento envolvida. Esse processo é o que separa o conhecimento popular do científico (CENDÓN; CAMPELLO; KREMER, 2000).

As fontes de informação podem ser classificadas em:

- Fontes primárias: segundo Lage (2001, citado por SCHMITZ, 2011), são aquelas que informam dados diretos, advindos do próprio fato e testemunhados presencialmente. Cendón, Campello e Kremer (2000) observam que os dados dessas fontes são recentes, sendo estas frequentemente dispersas e em menor nível de organização.
- Fontes secundárias: são os materiais que trazem informações indiretas, que foram contextualizadas e interpretadas por alguém que não esteve envolvido diretamente com o fato, mas apresentou seu ponto de vista sobre ele. Esse tipo de fonte auxilia a organização das informações sobre um determinado assunto (CENDÓN; CAMPELLO; KREMER, 2000; SCHMITZ, 2011).

- Fontes terciárias: servem como guia para que o usuário consiga encontrar a informação que deseja nas fontes primárias e secundárias (CENDÓN; CAMPELLO; KREMER, 2000).

Com as novas tecnologias e formas de processamento e divulgação da informação, Cendón, Campello e Kremer (2000) ressaltam que está se tornando cada vez mais difícil a classificação dessas fontes e canais de acordo com as definições já estabelecidas.

Tais autores ainda consideram importantes algumas categorias de fontes para a aquisição de informações científicas, como:

- Organizações: podem ser definidas como entidades compostas por pessoas que desenvolvem atividades coordenadas visando metas definidas (CENDÓN; CAMPELLO; KREMER, 2000).
- Publicações governamentais: possuem o caráter de disseminar informações ao público em geral referentes às atividades desenvolvidas por diferentes órgãos do governo ou orientá-lo sobre a utilização dos serviços oferecidos (CENDÓN; CAMPELLO; KREMER, 2000).
- Revistas científicas: têm como objetivo a publicação de resultados parciais ou de pesquisas em andamento. Utilizam-se de relatórios técnicos para tornar mais rápida a publicação das informações relacionadas à ciência (CENDÓN; CAMPELLO; KREMER, 2000).
- Periódicos científicos: têm a função de comunicar resultados de pesquisas originais para a comunidade científica, preservar o conhecimento construído e registrado, estabelecer a propriedade intelectual e manter o padrão de qualidade próprio da ciência. Sua forma mais recente de publicação é a eletrônica (CENDÓN; CAMPELLO; KREMER, 2000).
- Livros: muito utilizados nas pesquisas científicas, caracterizam-se como o registro de “um conjunto de conhecimentos consolidados sobre uma especialidade ou um estudo aprofundado de um tema restrito”, mas podem se tornar obsoletos rapidamente (CUNHA, 2001, p.88).
- Blogs: são páginas da Web caracterizadas por uma alta frequência de atualizações em ordem cronológica, apresentando imagens e textos, normalmente curtos, que podem conter links para sites ou comentários pessoais de interesse do público que o acessa (GOMES, 2005). As versões mais atuais desses blogs, em vídeo, são chamadas de *vlogs* (DORNELLES, 2015).
- Bibliotecas virtuais: possuem base de dados bibliográficas, que registram e indexam os textos científicos. Existem bibliotecas virtuais específicas para acervos de revistas científicas (PACKER, 1998).
- Jornais e revistas: o jornalismo científico também tem se consolidado fortemente nos últimos anos, principalmente com as versões eletrônicas de jornais

e revistas. Esse tipo de veiculação da ciência aproxima o leitor leigo das informações científicas, utilizando-se de uma linguagem simples, com contextualizações e analogias (MENDES; BIZERRA, 2017).

Algumas ressalvas são feitas à utilização desse último tipo de fonte de informação, uma vez que a simplificação da linguagem jornalística pode levar o leitor a interpretações erradas ou simplistas dos resultados de pesquisas (FERREIRA E QUEIROZ, 2012). Além disso, falta, muitas vezes, um treinamento dos jornalistas para saber em quais fontes buscar as informações a serem transmitidas (BUENO, 2011).

É necessário considerar, no entanto, que, todos os tipos de fontes de informação, não só as jornalísticas, nunca estão isentos de julgamentos, não podendo ser considerados totalmente imparciais como almejam alguns cientistas. Todo discurso é carregado de ideologias e de parcialidades, sejam elas ocasionadas por financiamentos de agências de fomento ou de empresas, preferências políticas, momentos sociais e econômicos etc. Por estarem inseridas em um contexto sócio-histórico, todas as fontes, em menor ou maior grau, estarão sujeitas a um viés parcial e devem ser julgadas com criticidade por aqueles que as utilizam (BUENO, 2011).

21 NOVAS FERRAMENTAS PARA O ACESSO À INFORMAÇÃO E APRENDIZAGEM

A educação tem se deparado com um novo momento no qual a utilização das tecnologias da informação e comunicação (TICs) possibilitam aos alunos o acesso a diversos conteúdos, e aos professores o desenvolvimento de novas abordagens que auxiliam o processo de ensino-aprendizagem dentro e fora do ambiente escolar (RABELLO, 2015).

Algumas ferramentas, muitas vezes sem qualquer propósito educativo inicial, têm colaborado com novas possibilidades de construção do conhecimento (RABELLO, 2015). As redes sociais têm se mostrado bons exemplos atuais de ferramentas cibernéticas que alcançaram esse propósito, e são explicadas por Boyd e Ellison (2007, citado por ASSUNÇÃO; MATOS, 2014, p. 540) como

um serviço cibernético que permite aos indivíduos construir um perfil público ou semipúblico acerca de si, a partir do qual estão articulados e partilham informação, o que permite que sua informação seja vista por outros incluídos no mesmo sistema.

As redes sociais têm oferecido uma infinidade de conteúdos dos mais variados tipos a diferentes grupos de pessoas, especialmente aos nativos digitais, grupo formado essencialmente por crianças e adolescentes (BARROQUEIRO *et al.*, 2009). Como nasceram na era digital, estão imersos numa sociedade na qual a vida pessoal se confunde cada vez mais com uma vida virtual. Nesse mundo virtual, são convidados a construir características, personalidades e discussões que podem diferir de suas vivências no

mundo concreto, externo a essa virtualidade. As redes sociais permitem a conexão entre esse público e outros grupos de pessoas que podem ou não estar próximos de seu dia-a-dia de forma presencial, passando a complementar as interações reais entre pessoas mais íntimas e a possibilitar relações em um mundo virtual à parte com pessoas mais distantes geograficamente (ASSUNÇÃO e MATOS, 2014).

Para que a escola consiga atender ao momento social vigente, ancorado nas tecnologias atuais, é necessário que ela se atualize para as novas demandas da geração dos nativos digitais. Todavia, o ensino tradicional atual ainda segue um modelo muito próximo ao da sociedade industrial do século XVIII e XIX, e, por isso, precisa considerar as novas necessidades sociais, colocando em prática propostas mais atuais e diferenciadas que estejam de acordo com os novos tempos (BARROQUEIRO *et al*, 2009).

Dessa forma, a direção do trabalho docente deve estar agora coordenada no sentido de orientar a manipulação das informações encontradas principalmente nos meios digitais, e não mais na simples transmissão do conhecimento. Assim, todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem são beneficiados com a obtenção de um maior grau de cientificidade e confiabilidade das informações encontradas (BARROQUEIRO *et al*, 2009).

Nascimento e Gasque (2017) afirmam, no entanto, que, apesar de existir, atualmente, um acesso maior às novas TICs, a escola não está empregando-as de forma eficiente para ocasionar mudanças relevantes no comportamento de busca da informação pelos alunos ou nas metodologias de aula.

A proposta de criação de novas situações de aprendizagem em ambientes virtuais diferenciados é essencial à devida manipulação de tais informações e das TICs. Ainda que esses ambientes não tenham como principal finalidade a educação, podem contribuir para um ensino e uma aprendizagem mais interessantes para o público escolar, instigando a curiosidade e a criatividade das crianças e adolescentes (BARROQUEIRO *et al*, 2009).

A utilização das TICs de maneira adequada atrelada à devida capacidade de pesquisar e buscar informações proporciona aos alunos a aquisição de competências para lidar com as informações às quais têm acesso, a fim de tomar decisões e solucionar problemas (NASCIMENTO e GASQUE, 2017).

As abordagens que envolvem ferramentas virtuais diferenciadas e mais próximas do cotidiano dos alunos, como as redes sociais, podem ser envolventes para o público escolar inserido nesse novo momento da educação. Há uma gama de informações úteis que podem ser exploradas nesse mundo virtual que instiga a curiosidade e a atenção dos estudantes já poucos dispostos a atuar da forma tradicional dentro da sala de aula ainda envolvida por hierarquias e instituições engessadas. Nas redes sociais, os jovens se sentem livres e incentivados a compartilhar suas experiências de todo tipo e os conhecimentos por eles construídos (RABELLO, 2015).

3 | A BUSCA DE INFORMAÇÕES E A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA O ENSINO MÉDIO

A internet tem sido o meio mais utilizado pelos alunos do ensino médio regular, grupo composto em sua maioria por adolescentes de 14 a 18 anos, para incrementar o repertório de informações oferecidas pela escola. Segundo Nascimento e Gasque (2017), o recurso mais citado para essa obtenção de informações é o *Google* comum, um site de busca que facilita o acesso às informações dos mais variados tipos.

É principalmente por essa via, na atualidade, que os adolescentes, sem se preocupar com a origem dos dados, têm contato com as fontes, quando instruídos a fazer pesquisas escolares. Em geral, desconhecem sites confiáveis para a busca de informações, como as bibliotecas online, e procuram material virtual diferenciado que, segundo os adolescentes entrevistados no trabalho de Nascimento e Gasque (2017), nem sempre é disponibilizado pela escola.

Dessa forma, um dos grandes problemas na informação obtida por esse público é a falta de critérios de seleção, buscando e usando essa informação de forma pouco sistematizada (NASCIMENTO e GASQUE, 2017).

Quando a divulgação científica, então, se apresenta a eles, não existe uma visão crítica bem desenvolvida para saber o que escolher como confiável ou não, e o que deve ser considerado *fake news*, ou seja, informações distorcidas, que não possuem relação com a verdade. Esse tipo de informação é encontrada facilmente na internet, pois não demanda investimento e esforços para ser escrita, publicada e disseminada. Além disso, ganha ampla divulgação nas mídias sociais (ALLCOTT e GENTZKOW, 2017).

As *fake news* e o sensacionalismo atrelados à divulgação científica têm a intenção de incorrer no despertar da curiosidade do público, mas comprometem o saber científico popular (FERREIRA; QUEIROZ, 2012).

Além disso, na intenção de simplificar a linguagem para torná-la acessível a um público mais abrangente, alguns tipos de textos de divulgação científica podem confundir o leitor e trazer erros conceituais ou diferentes sentidos quando interpretados por alguém que não é especialista (FERREIRA; QUEIROZ, 2012). Assim, a pesquisa inicial e as informações vindas de fontes primárias, dadas no âmbito da comunicação científica, podem ter suas informações divulgadas de forma comprometedora (BUENO, 2010).

Mas a divulgação científica não deve ser vista só pelo seu lado negativo. Na verdade, seu intuito inicial, é justamente o de aproximar o público leigo dos assuntos científicos, contribuindo para a alfabetização científica de pessoas de diferentes grupos sociais. Ela apresenta esse conteúdo de forma simples e clara e se utiliza de diferentes meios de comunicação de massa para alcançar esses grupos, servindo como uma tradução do conhecimento científico dos especialistas para os não especialistas, e assim, democratizando o acesso a esse tipo de informação (MENDES; BIZERRA, 2017).

Mendes e Bizerra (2017) afirmam que deve se estabelecer uma relação intrínseca entre a ciência e a sociedade, já que a qualidade de vida da população é constantemente afetada pelo desenvolvimento da ciência, assim como as dinâmicas da atividade científica também são impactadas pelas demandas da população.

Por isso, é de grande importância que o público escolar, especialmente do ensino médio, conheça uma variedade de tipos de textos científicos, a fim de que possam participar de forma ativa e crítica da cultura científica (FERREIRA; QUEIROZ, 2012).

Ao trabalhar textos de divulgação científica em sala de aula, alunos e professores têm a oportunidade de estabelecer interações sociais significativas e fazer correlações entre os conceitos científicos e espontâneos. A posição do professor como mediador nessa relação entre o aluno e a informação científica é essencial, não só para direcionar uma visão crítica, mas também para excluir a ideia sensacionalista trazida por muitos textos (FERREIRA; QUEIROZ, 2012).

4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A coleta de dados para a análise deste trabalho foi feita a partir das informações obtidas no projeto “Adote um micro-organismo”, baseado em projeto anterior “Adote uma bactéria!” iniciado pela Prof^a Dra. Rita de Cássia Café Ferreira (FERREIRA *et al.*, 2014). O projeto analisado foi dirigido pelo Professor Dr. Flávio Krzyzanowski Júnior, da área de Biologia do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) e teve como objetivo promover discussões sobre a área de microbiologia com alunos do ensino médio do IFSP - *campus* São Paulo, no segundo semestre do ano de 2016. As turmas foram divididas em grupos que tinham como temas a serem trabalhados diferentes micro-organismos, dentre eles bactérias, vírus e leveduras. O presente trabalho se focou na análise dos dados levantados a partir das informações obtidas pelos grupos que trabalharam com o tema Zika virus. Para este fim, foi utilizada como ferramenta para discussão a rede social Facebook®.

Com o auxílio de mediadores advindos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP, os alunos foram orientados a partir da publicação de imagens e questionamentos quanto às discussões sobre microbiologia na rede social. Foram criados grupos para este fim, na modalidade “secreta” do Facebook®, ou seja, as informações neles contidas seriam disseminadas somente entre os membros da turma, não sendo possível a visualização dessas informações por outras pessoas. O intuito das publicações e discussões na rede social seria o de fazer com que os alunos respondessem às perguntas ou estabelecessem diálogos relacionados ao tema, utilizando-se de fontes de informações e dados confiáveis, a fim de que as respostas se aproximassem ao máximo das pesquisas mais recentes feitas por cientistas que estão estudando o Zika virus atualmente.

Durante o projeto, foi ministrado um treinamento objetivando a capacitação desses alunos para a busca de informações científicas confiáveis na internet. Foram apresentadas

diferentes formas de pesquisas nos sites *Google* e no *Google Acadêmico*, além de serem apresentadas plataformas científicas para a busca de informações confiáveis, com foco em bibliotecas virtuais, artigos e revistas científicas ou textos publicados por especialista, identificados nas páginas buscadas.

Como metodologia para este trabalho, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica com abordagem qualitativa (SEVERINO, 2007) para o embasamento teórico. As publicações e comentários dos alunos nos grupos da rede social Facebook® foram utilizados como dados, analisados de forma quali-quantitativa, ou método misto (CRESWELL, 2010), para desenvolver um estudo de caso sobre os tipos de materiais e fontes que foram escolhidos pelos alunos, durante o projeto, para a divulgação das informações sobre o Zika virus.

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período do projeto, 19 alunos participaram dos grupos que discutiram o tema Zika virus, e fizeram, ao todo, 65 publicações. Para isso, durante a pesquisa relacionada ao tema, utilizaram-se de sites como fontes de informação classificados da seguinte forma:

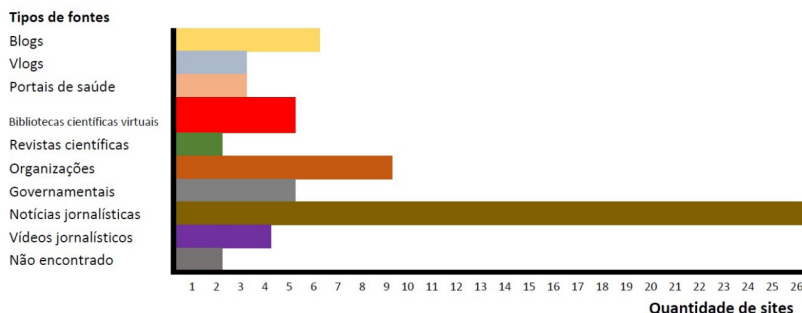


Gráfico 1 - Quantidade e tipos de fontes utilizadas para a busca de informações na internet durante o projeto “Adote um micro-organismo”.

Fonte: Shaila Maximo

A classificação utilizada foi baseada nas categorias de fontes citadas na obra de Cendón, Campello e Kremer (2000) e complementada com algumas categorias criadas pela autora deste trabalho, já que se tratavam de tipos de fontes não citadas na obra anterior, mas que foram levantadas nas publicações dos alunos. Para verificar em qual categoria cada site se encaixava, foi analisado o conteúdo e a autoria da informação publicada no site, a autodenominação desse site em áreas da página como “Quem somos?”, “Sobre nós” ou área que descrevesse as características do levantamento das informações nele

contidas.

A partir do Gráfico 1, verifica-se que as fontes mais utilizadas pelos alunos foram as notícias jornalísticas, com 40% das publicações, vindas de portais como UOL, Globo - G1 e IG, que divulgam reportagens de assuntos diversificados.

A categoria “organizações” foi a segunda mais escolhida pelos alunos na hora de publicar informações sobre o Zika virus, com 13% das publicações.

Os *blogs* representaram 9% das escolhas de fontes de informações pelos adolescentes na rede social. As bibliotecas científicas virtuais e as publicações governamentais tiveram, cada uma delas, 8% das utilizações. Entre as categorias menos escolhidas estão os vídeos jornalísticos, com 6%; *vlogs* e portais de saúde¹ com 5% cada; e as revistas científicas e fontes não encontradas² representaram 3% cada uma.

Mesmo após o treinamento sobre busca de fontes formais e confiáveis na internet, observou-se que 65% das publicações dos estudantes ainda se basearam em fontes não científicas durante suas pesquisas. Quando analisadas do ponto de vista científico, essas fontes, como os textos jornalísticos, os *blogs* e *vlogs*, e os portais de saúde, não são consideradas confiáveis, pois trata-se de fontes secundárias, cujas informações foram interpretadas a partir de uma fonte primária, mais confiável por estar mais próxima dos resultados de pesquisa. Para que sejam confiáveis no campo da ciência, Cendón, Campello e Kremer (2000) afirmam que as fontes devem passar por um método científico descritivo e devem ser avaliadas por pares da área em questão.

A divulgação científica feita pelas consideradas fontes confiáveis parece não levar em consideração um público diferente de seus pares, uma vez que não costuma haver a preocupação com uma linguagem mais acessível a diferentes pessoas, com níveis de ensino variados ou de diferentes áreas do conhecimento. Muitas vezes, até mesmo pessoas que possuem um contato ativo com a ciência têm dificuldade de entender os jargões aplicados aos textos de comunicação científica de áreas específicas.

As fontes secundárias, apesar de menos confiáveis, se preocupam em deixar a informação disponível numa linguagem simples, que possa atender a públicos diversos, utilizando-se mais do poder da divulgação científica e da transposição do conhecimento em relação àqueles da academia, que seriam os reais “detentores do conhecimento”.

As fontes jornalísticas parecem cumprir mais uma vez seu papel de atingir um público mais amplo, com informações interpretadas, claras e de fácil compreensão, já que foi a categoria escolhida pela maioria dos alunos que publicaram informações sobre o Zika virus na rede social. Realmente, o intuito da fonte jornalística é justamente o de atingir um maior público e trazer informações interessantes para que esse público queira ler as

1 Denominam-se “portais de saúde” os sites que se auto-entitulam dessa forma por apresentarem apenas informações sobre saúde, divididas em diferentes tópicos. Caracterizam-se por não apresentarem a autoria dos textos ou, quando o fazem, é informado apenas o nome do redator, sem sua formação, especialidade ou profissão.

2 Não foi possível acessar os sites da categoria “fontes não encontradas” por não estarem mais disponíveis durante o período de análise.

reportagens, já que é o “consumidor da notícia” que traz o lucro para os jornais e revistas.

Esses tipos de texto poderiam possibilitar, principalmente por intermédio do trabalho docente, que os conceitos espontâneos, trazidos pelo cotidiano dos alunos, dialogassem com os conceitos científicos e, assim, os estudantes teriam condições de se apropriar dessa nova visão do assunto tratado durante suas pesquisas (RABELLO, 2015).

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos do ensino médio, atualmente, têm acesso a uma infinidade de informações. No entanto, para que se apropriem do conhecimento proveniente das informações relevantes à sua formação, precisam desenvolver um senso crítico para a avaliação desse conteúdo. Sendo assim, é necessário que aprendam a sistematizar essas informações, por meio de critérios de seleção adequados ao conhecimento que se pretende obter.

As fontes de divulgação científica, que oferecem as informações sobre a ciência a esses estudantes, são diversas e possuem características próprias. As informações científicas confiáveis, entretanto, são derivadas de uma parcela desse material que não está acessível ao público em geral. Essa acessibilidade não diz respeito à sua disponibilidade de forma facilitada e gratuita na internet, necessariamente, mas a um necessário nível de letramento científico muito desenvolvido para a compreensão das informações da comunicação científica, que se difere da divulgação científica não só no público-alvo mas também em seu discurso.

Assim, a informação científica confiável está, principalmente, em materiais que não interessam ao jovem, que procura por fontes com linguagem simples, ilustrações interessantes e um discurso apropriado para sua idade, ainda que a pesquisa seja desenvolvida com fins acadêmicos. Mesmo que sejam apresentados critérios de avaliação das informações para os alunos do ensino médio, ainda assim, seu interesse pelos textos de divulgação científica mais voltados para o público leigo, se sobressai.

Além disso, para que o aluno crie uma independência em sua busca pelo conhecimento, é imprescindível que o professor apresente critérios de busca e seleção das informações, levando em conta o senso crítico dos alunos. O letramento científico, nessa ocasião, é fundamental para esse processo.

Um treinamento com uma dinâmica diferenciada e mais apropriada para a faixa etária, em períodos regulares, poderia dar mais subsídios para que esses critérios se fixem em suas rotinas de busca da informação científica, internalizando-se aos poucos essa sistematização.

Os adolescentes que compõem o ensino médio regular precisam estar preparados para encerrar esse nível de ensino com um conhecimento científico mais sólido e confiável. Para sua participação na sociedade, é necessário um senso crítico em relação ao que é apresentado nos meios de comunicação e nos textos de divulgação científica.

REFERÊNCIAS

ALLCOTT, Hunt; GENTZKOW, Matthew. Social media and fake news in the 2016 election. **Journal of Economic Perspectives**, v. 31, n. 2, p. 211-36, 2017.

ASSUNÇÃO, Raquel Sofia; MATOS, Paula Mena. Perspectivas dos adolescentes sobre o uso do Facebook: um estudo qualitativo. **Psicologia em Estudo**, [s.l.], v. 19, n. 3, p.539-547, set. 2014.

BARROQUEIRO, Carlos Henriques *et al.* O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de ciências e matemática: uma benção ou um problema. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, Florianópolis, 2009.

BUENO, Wilson Costa. Comunicação científica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituais. **Informação & Informação**, v. 15, n. 1esp, p. 1-12, 2010.

_____. As fontes comprometidas no jornalismo científico. *In*: PORTO, Cristiane; BROTAS, Antonio; BORTOLIERO, Simone. **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. SciELO-EDUFBA, Salvador, 2011.

CENDÓN, Beatriz Valadares; CAMPELLO, Bernadete Santos; KREMER, Jeannette Marguerite. **Fontes de informação para pesquisadores e profissionais**. Editora Ufmg, 2000.

COSTA, Marília Maria Roslindo Damiani. **Procedimentos para aplicação de mapas semânticos como estratégia para criação do conhecimento organizacional**. Florianópolis: UFSC, 2003.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CUNHA, Murilo Bastos da. **Para saber mais: fontes de informação em ciência e tecnologia**. 2001.

DORNELLES, Juliano Paz. **O fenômeno Vlog no Youtube: análise de conteúdo de Vloggers brasileiros de sucesso**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2015.

FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu; QUEIROZ, Salete Linhares. Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

FERREIRA, Rita C. C. *et al.* Microbiologia no Ensino Superior: “Adote uma Bactéria!” (e o Facebook). **Ciência in foco**. Ano 5, n. 23, p. 5-9. São Paulo: SBM, 2014.

GOMES, Maria João. Blogs: um recurso e uma estratégia pedagógica. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 7., Leiria, 2005. **Actas do Simpósio Internacional de Informática Educativa**, p. 311-315. Leiria: Escola Superior de Educação de Leiria, 2005.

GRESSLER, Lori Alice. **Introdução à pesquisa**. São Paulo: Loyola, 2003.

MENDES, Juliana Wallner Werneck; BIZERRA, Alessandra Fernandes. A biologia na mídia: uma análise da revista Superinteressante. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências** – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NASCIMENTO, Anderson Messias Roriso do; GASQUE, Kelley Cristine Gonçalves Dias. Novas tecnologias, a busca e o uso de informação no ensino médio. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 27, n. 3, 2017.

PACKER, Abel Laerte. SciELO: uma metodologia para publicação eletrônica. **Ciência da informação**, v. 27, n. 2, 1998.

RABELLO, Cíntia Regina Lacerda. Interação e aprendizagem em Sites de Redes Sociais: uma análise a partir das concepções sócio-históricas de Vygotsky e Bakhtin. **Revista Brasileira de Linguística Aplicada**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.735-760, set. 2015.

SCHMITZ, Aldo Antonio. Classificação das fontes de notícias. Universidade Federal de Santa Catarina, **Labcom**, 2011

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

CAPÍTULO 20

A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: EM BUSCA DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 04/09/2020

Francisnaide dos Santos Souza

Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus-Ba
<http://lattes.cnpq.br/7214323325698043>

Damião Wellington da Cruz Santos

Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus-Ba
<http://lattes.cnpq.br/5783259947002214>

Célia Carvalho Almeida

Colégio Estadual Moysés Bohanna
Ilhéus-Ba
<http://lattes.cnpq.br/5208200863510387>

Aparecida Zerbo Tremacoldi

Universidade Estadual de Santa Cruz
Departamento de Ciências Biológicas
Ilhéus-Ba
<http://lattes.cnpq.br/0602769009677485>

RESUMO: Embora, ainda hoje, muito do ensino tradicional é praticado (ensino centrado no professor), estudos mostram que a aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando é centrada no(a) estudante. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar um relato de experiência de ex-bolsistas do PIBID/UESC-Biologia sobre o desenvolvimento de uma aula prática utilizando a metodologia experimentação, ministrada no Laboratório de Ciências do Colégio Estadual Moysés Bohana, Ilhéus, BA, para

duas turmas do 9º ano do ensino fundamental, tendo como principal proposta proporcionar ao(à) aluno(a) um maior envolvimento no seu processo de aprendizagem. Para a realização dos experimentos, cada turma foi separada em grupos de 6 estudantes. Para cada grupo foram entregues o roteiro e os materiais encontrados no cotidiano dos(as) alunos(as) para realizarem os experimentos sobre separação de misturas. Observamos que as turmas foram participativas, concentradas e discutiram os resultados com base nos seus conhecimentos adquiridos no dia a dia e nas aulas teóricas. Concluímos que a metodologia experimentação permitiu aos alunos maior compreensão do conteúdo, maior sedimentação do conhecimento, além de fortalecer a habilidade de trabalhar em grupo e despertar a curiosidade. Destacamos, também, a importância dos PIBIDIANOS para ajudar a viabilizar estes tipos de atividades, pois sabemos das dificuldades dos professores em trabalhar em laboratório, devido ao grande número de estudantes por turma.

PALAVRAS - CHAVE: Ensino de ciências. Experimento. Aula prática.

EXPERIMENTATION IN SCIENCE TEACHING: IN SEARCH OF A MEANINGFUL LEARNING

ABSTRACT: Although, even today, much of traditional teaching is practiced (teacher-centered teaching), studies reveal that learning takes place more effectively when it is student-centered. Thus, the objective of this work is to present an experience report of former scholars from PIBID / UESC-Biology on the development of a practical

class using the experimentation methodology, given at the Science Laboratory of the Colégio Estadual Moysés Bohana, Ilhéus, BA, for two classes from the 9th grade of elementary school, with the main proposal to provide students with greater involvement in their learning process. For the carrying out of the experiments, the class was separated into groups of 6 students. For each group, the practical class script and the materials found in the students' daily lives were delivered to experiments about separation of mixtures. We observed that the classes were participatory, concentrated and discussed the results based on their knowledge acquired in daily life and in theoretical classes. We conclude that the experimentation methodology allowed students to better understand the content, to increase knowledge, besides strengthening the ability to work in groups and arouse curiosity. We also highlight the importance of scholars from PIBID to help make these types of activities, because we know the difficulties of teachers in working in the laboratory, due to the large number of students per class.

KEYWORDS: Science teaching. Experiment. Practical class.

1 | INTRODUÇÃO

O ensino tradicional representa, ainda hoje, uma das metodologias mais utilizadas em sala de aula, embora estudos mostrem que, para que o ensino seja significativo para o(a) estudante, não pode estar desarticulado do seu cotidiano e tão pouco ser unicamente transmissivo e unilateral, centrado apenas na fala do professor e no conteúdo do livro didático (LEÃO, 1999; RODRIGUES JÚNIOR; CASTILHO, 2016).

Neste contexto, torna-se necessário encontrar possibilidades que permitam que os processos de ensino e aprendizagem sejam mais eficazes e possam ser mais significativos, sobretudo, para os/as estudantes. É certo que, com a popularização de novas tendências pedagógicas e os avanços das pesquisas na área da educação, surgiram diferentes possibilidades de elaborar aulas que apresentem uma configuração diferente das aulas puramente tradicionais.

Dessa forma, o conceito de aprendizagem significativa, desenvolvido pelo psicólogo da educação David Ausubel (1963), configura-se como uma alternativa que pode ser aplicada durante as aulas com o objetivo de tornar a aprendizagem menos memorística e mecanizada. De acordo com Distler (2015), a vertente ausubeliana da educação defende que:

A teoria da Aprendizagem Significativa procura explicar como funcionam os mecanismos internos para a formação da aprendizagem na mente humana e como se estrutura esse conhecimento. Sua teoria da Aprendizagem Significativa está fundamentada na premissa de que a mente humana, nos aspectos cognitivos, é uma estrutura organizada e hierarquizada de conhecimentos e está continuamente se diferenciando pela aquisição de novos conceitos, proposições e ideias (DISTLER, 2015, p. 195).

Portanto, Distler (2015) faz referência à ideia defendida por Ausubel (1963), de que as(os) estudantes irão reter melhor uma nova informação, se já possuem conhecimentos

prévios em relação a determinado assunto. Dessa maneira, os alunos podem ampliar e reconfigurar o conhecimento que estes já possuem e o aprendizado possa, de fato, fazer sentido.

Além disso, para que o aprendizado seja significativo para o(a) estudante, é importante que ele/ela faça parte do processo de construção do seu conhecimento e se aproprie dos conceitos desenvolvidos durante a aula (ALMEIDA, 2002).

Mas para que essa teoria se concretize, algumas condições se fazem necessárias, como, por exemplo, as apontadas por Pellizari et al. (2002):

Para haver aprendizagem significativa são necessárias duas condições. Em primeiro lugar, o aluno precisa ter uma disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrariamente e literalmente, então a aprendizagem será mecânica. Em segundo lugar, o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ser lógico e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado, ou não, para si próprio (PELLIZARI et al. 2002, p.38).

Ou seja, espera-se que uma aula que atenda a estes critérios possa ser considerada significativa, inicialmente, se considerar a disposição que o(a) estudante possui para aprender. Essa disposição diz respeito ao conhecimento prévio, isto é, se um(a) estudante já possui uma base de conhecimento em um determinado tema, este pode ser classificado como alguém que possui disposição para aprender. O critério seguinte está relacionado ao conteúdo escolar, que para ser potencialmente significativo, precisa ser coerente com o que está sendo estudado naquele momento.

Os fundamentos da aprendizagem significativa são amplos e podem ser aplicados em diversas áreas da educação em diversos contextos, inclusive no ensino de ciências, ideia defendida por Gomes et al. (2009):

No âmbito do ensino de Ciências, a aprendizagem significativa cria, para os professores e para os alunos, a possibilidade de contextualização dos conhecimentos científicos, promovendo, assim, um aprendizado mais efetivo, capaz de tornar o indivíduo um sujeito apto a construir sua própria formação (GOMES et al. 2009, p.27).

Portanto, Gomes et al. (2009) não apenas reafirmam o papel da teoria da aprendizagem de David Ausubel (1963) no ensino de ciências, mas também a apresenta como uma alternativa viável para melhorar a maneira como os conteúdos são trabalhados durante a aula, possibilitando que as/os estudantes não só tenham uma melhor compreensão dos conceitos, como adquiram maior autonomia no decorrer do seu processo de aprendizagem.

Em 2009, foi lançado pela CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, tendo como a principal função desenvolver aulas práticas de ciências a fim de tornar

as aulas mais atrativas, interessantes e significativas para os(as) estudante(s), para que estes tenham uma posição de maior protagonismo, possibilitando o maior envolvimento destes durante os processos de ensino-aprendizagem, além de dar ao professor um suporte para implemento e desenvolvimento de suas aulas, e aos bolsistas possibilitando uma maior proximidade com a realidade vivenciada pelos professores da educação básica, contribuindo para o processo formativo dos envolvidos.

O Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), localizada em Ilhéus-BA, foi um dos cursos contemplados pelo PIBID, onde seus alunos/as desenvolveram várias atividades em diferentes escolas de Ilhéus. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar um relato de experiência de ex-bolsistas do PIBID/UESC-Biologia sobre o desenvolvimento de uma aula prática de laboratório, com duração de 1 hora e 40 minutos, que ocorreu no Colégio Estadual Moysés Bohana, Ilhéus, BA, com duas turmas do 9º ano do ensino fundamental, utilizando a Metodologia Experimentação (GOMES, 2009), tendo como principal proposta proporcionar ao(à) aluno(a) um maior envolvimento no seu processo de aprendizagem.

2 | CARACTERIZAÇÃO

Iniciamos a aula no Laboratório de Ciências do Colégio Estadual Moysés Bohana, perguntando aos estudantes o que eles/elas entendiam sobre o tema da aula: Separação de Misturas. Após ouvi-los(las), explicamos que eles/elas fariam alguns experimentos, para assim observarem se havia diferença entre os materiais e no método de separação dos componentes de uma determinada mistura.

Solicitamos que formassem grupos com 6 integrantes, no máximo. Para cada grupo foi entregue o roteiro (vide abaixo) para desenvolverem um tipo de experimento (Filtração, Decantação, Flotação e Catação). Para cada experimento foram utilizados materiais que fazem parte do cotidiano do aluno, como feijão, milho, areia, água, óleo, amendoim torrado, papel filtro (CANTO (2015), PIBID-UFPI/CPCE (2012), PAULA (2015), para facilitar a correlação do conteúdo estudado na disciplina de Química com o seu dia a dia.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC

Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - Biologia

1. Dados de Identificação

Colégio:

Bolsistas:

Supervisora:

Coordenadora:

Disciplina:

Série:

Data:

Roteiro de aula Prática – Separação de misturas

Introdução:

A matéria, de modo geral, é encontrada na natureza na forma de misturas, formando um conjunto de várias substâncias. Há dois tipos de misturas: heterogêneas (apresentam mais de uma fase) e homogêneas (apresentam uma única fase). Na indústria, ou no nosso dia a dia, para utilização das substâncias, é preciso separar as misturas, isolando cada substância e, muitas vezes, dependendo da mistura, é necessário usar vários processos diferentes, dependendo das propriedades das substâncias presentes na mistura. Este experimento mostra alguns dos processos de separação de misturas que são bastante utilizados.

Os materiais naturais são, em sua maioria, misturas de substâncias (são formadas por um único tipo de componente: átomos, moléculas ou aglomerados iônicos). Exemplos: substância simples são: hidrogênio, oxigênio, enxofre, iodo, cloro, ouro, entre outras; substância composta são: água, o ácido clorídrico, o metano, a amônia, o cloreto de sódio, entre outras. Para que os químicos consigam estudar a composição, as propriedades e as transformações das substâncias, é essencial que consigam purificar as misturas, separando cada substância.

No laboratório de pesquisa ou em nossas casas, fazemos uso de métodos de separação de misturas, dependendo do tipo de substância que compõe a mistura, se seu estado físico é sólido, líquido ou gasoso; quais as propriedades físicas dos materiais, isto é: pontos de fusão e ebulição, densidade e solubilidade.

Há muitos métodos de separação de misturas, mas na aula de hoje veremos 6 tipos de **separação de misturas heterogêneas**:

1. filtração: a mistura, quando passa por um filtro, que é uma superfície porosa, a parte sólida fica retida, e o líquido, passa e fica retido em outro recipiente, por exemplo, água e cascalho;

2. ventilação: separa componentes sólidos de densidades diferentes. O componente menos denso é arrastado por uma corrente de ar, por exemplo, quando separa cereais e suas cascas, que já estão soltas;

3. separação magnética: separa os componentes de uma mistura, sendo que um deles atraído por um ímã, e o outro não, por exemplo, para separar areia e limalha de ferro;

4. catação: separa manualmente os sólidos com diferentes tamanhos de partículas. Por exemplo, quando escolhe feijão bons para o cozimento;

5. decantação: separa líquidos imiscíveis, isto é líquidos que não se misturam. Utiliza-se um funil de decantação, que após a decantação, abre-se a torneira e o líquido mais denso se separa do menos denso, por exemplo, óleo e água;

6. flotação: separa sólidos de densidades diferentes, com a ajuda de um líquido com densidade intermediária. Por exemplo, para separar uma mistura de terra e serragem, adicionamos água. A areia fica no fundo e a serragem flutua na água.

Objetivos:

1. Desenvolver nos alunos a capacidade de observação e entendimento sobre a separação de misturas heterogêneas.

2. Separar as misturas através dos métodos de filtração, ventilação, separação magnética, catação, decantação e flotação.

Materiais:

- 1 Papel filtro; 1 funil de haste longa; 2 béqueres de 250 ml; 1 bastão de vidro (baqueta); 100ml de água e 100g de areia;
- Amendoim torrado com casca 200g; 1 abanador; 1 bacia.
- Fubá de milho 100g; limalha de ferro 100g; 1 imã.
- 100g de Feijão com 100g milho; 1 bacia;
- 1 Funil de separação de 250 ml; 1 erlenmeyer 500 ml; 2 béqueres 250 ml; 100ml de água e 100ml óleo; 1 bastão de vidro (baqueta).
- 100g de Isopor, 100 g de areia, 100ml de água e 1 bacia;

Procedimentos:

Os alunos serão separados em seis grupos e cada grupo será responsável por um método de separação de mistura. No final dos experimentos, cada grupo irá fazer uma apresentação do tipo de método de separação que utilizou, explicando os resultados do que aconteceu com as misturas.

Todos deverão preencher a tabela abaixo com os seus resultados e explicações.

Grupo 1: Separação por filtração

- Adicionar 100ml de água em um béquer de 250 ml. Logo em seguida adicionar 100g de areia no béquer e misturar com a ajuda de um bastão de vidro a (baqueta).
- Colocar o papel filtro no funil de haste longa e outro béquer de 250 ml embaixo do funil.
- Despejar a mistura do béquer no funil com papel filtro com a ajuda do bastão

de vidro (baqueta) inclinando a mesma, para que a mistura escorra. Verificar o que acontece.

Grupo 2: Separação por Ventilação

- Em uma bacia adicione 200g de amendoim torrado, com a casca solta. Mexa a bacia com movimentos de abanação ou com uso de abanador, promova. Verificar o que acontece.

Grupo 3: Separação magnética

- Em uma bacia coloque 100g de limalhas de ferro e adicione 100g de fubá de milho. Com um ímã, faça movimentos das mãos, próximo da superfície da mistura. Verificar o que acontece.

Grupo 4: Separação por catação

- Em uma bacia coloque 100g de feijão e 100g de milho. Separe-as de acordo com tipo de grão.

Grupo 5: Separação por decantação

- Em um béquero adicione 100ml de água e 100ml óleo.
- Misturar com o bastão de vidro (baqueta). Despejar a mistura no funil de decantação de 250ml. Colocar o béquero de 500 ml embaixo do funil de decantação.
- Esperar por 20 minutos. Abrir a torneira do funil de separação até sair toda a água, depois fechar. Verificar o que acontece.

Grupo 6: Separação por flotação

- Em uma bacia colocar 100g de isopor, 100 g de areia e adicionar 100ml de água. Misturar com a ajuda do bastão de vidro. Verificar o que acontece.

Métodos	Resultados	Explicação
Filtração		
Ventilação		
Separação magnética		
Catação		
Decantação		
Flotação		

Quadro 1. Anotar os resultados e as explicações de cada experimento

REFERÊNCIAS

CANTO, L. E; **Ciências naturais**. Aprendendo com o cotidiano. 5ed. — São Paulo: Moderna, 2015.

PIBID-UFPI/CPCE. Programa institucional de bolsa de iniciação à docência. Disponível em: <<http://pibidufpicpce.blogspot.com.br/2012/09/aula-pratica-8-serie-separacao-de.html>>. Acesso dia: 22 mar. 2017.

PAULA, S. C. Separação de misturas. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/quimica/assunto/materiais-e-suas-propriedades/misturas-e-metodos-de-separacao.html>> Acesso dia: 22 mar. 2017.

Ao finalizar os experimentos, os integrantes de cada grupo explicaram para a sala: em que consistiu o experimento, o resultado e a relação com o que estudaram na teoria. Os resultados e as explicações eram anotados no quadro, no corpo do roteiro, para que toda a sala tivesse os registros de todos os experimentos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os estudantes envolvidos na atividade. Durante o processo, observamos que a turma se mostrou participativa, concentrada e preocupada em realizar com atenção o roteiro para que o experimento e o grupo tivessem êxito.



Figura 1 – Alunos do 9º ano do ensino fundamental do Colégio Estadual Moysés Bohana, Ilhéus, BA, realizando experimentos sobre separação de mistura. A: Filtração. B: Flotação. C: Decantação. D: Catação. (Fonte: arquivo pessoal dos autores).

Da mesma forma, preocuparam-se em explicar para os colegas seus experimentos e seus resultados. Observamos que os(as) alunos(as) se empenharam e apresentaram conclusões corretas sobre cada experimento, levantando hipóteses e tirando dúvidas durante o processo.

A opção de utilizar materiais do cotidiano dos/das alunos/as mostrou que facilita o processo de aprendizagem do/da estudante, pois é possível criar um significado da atividade desenvolvida com o que ocorre no dia a dia, conforme a afirmação de Santos et al. (2016):

Buscar correlacionar a disciplina de química com o cotidiano dos alunos, o que além de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, pode fazer com que os mesmos desenvolvam um lado crítico sobre os fenômenos que circundam o ambiente em que vivem e a importância destes em suas vidas, seja individual ou coletivamente (SANTOS, et al. p. 156, 2016).

Ao questionarmos os(as) estudantes sobre qual a avaliação deles em relação à atividade, responderam que foi muito bom eles realizarem os experimentos no Laboratório de Ciências pois, normalmente, as aulas ocorrem somente em sala de aula. Além disso, relataram que esse tipo de aula prática ajuda a entender melhor o que estudaram na teoria.

Esses relatos corroboram Oliveira e Araújo (2011) quando afirmam que o uso da experimentação rompe com as práticas tradicionalistas distanciam os alunos de suas realidades, por provocarem a fragmentação do ensino e aprendizagem.

Portanto, conforme Oliveira e Araújo (2011), inovar as práticas metodológicas é uma necessidade para o ensino de Ciências. Assim, ao aplicar a metodologia experimentação, estamos permitindo aos/às estudantes desenvolverem significações para a aprendizagem das teorias por meio de atividades práticas, o que favorecerá o desenvolvimento de sujeitos críticos da própria realidade, para uma atuação ativa na sociedade.

4 | CONCLUSÃO

Diante do exposto, ratificamos o valor desse tipo de atividade, onde há a participação efetiva dos/das estudantes, para uma maior sedimentação do conhecimento, além de fortalecer a habilidade de trabalhar em grupo e despertar a curiosidade. Vale destacar a importância dos PIBIDIANOS para ajudar a viabilizar estes tipos de atividades, pois sabemos das dificuldades dos professores em trabalhar em laboratório (quando existem), devido ao grande número de estudantes por turma.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.S. Facilitar a aprendizagem: ajudar aos alunos a aprender a pensar. **Psicologia escolar e educacional**, Campinas. v. 6, n.2, p.155-165, 2002.

AUSUBEL, D.P. The psychology of meaningful verbal learning. New York: **Grune and Stratton**.1963.

CANTO, L. E; **Ciências naturais**. Aprendendo com o cotidiano. 5ed.—São Paulo: Moderna, 2015.

DISTLER, R.R. Contribuições de David Ausubel para a intervenção psicopedagógica. **Revista psicopedagogia**, São Paulo, v. 32, n. 98, p. 191-199, 2015.

GOMES, A.P. et al. Ensino de ciências: dialogando com David Ausubel. **Revista Ciência & Ideias**, Rio de Janeiro. v. 1, n.1, p. 23-31. 2009.

LEÃO, D.M.M. Paradigmas contemporâneos de educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n.107, p.187-206. Julho. 1999.

OLIVEIRA, D. F.; ARAUJO, C. S. O. **O uso da experimentação no ensino de ciências como proposta metodológica**: a composição do ar do sistema respiratório, 2011. Disponível em: <http://files.secam-uea.webnode.com/200000036-60e4661dd1/CO-_CU003_O%20uso%20da%20experimenta%C3%A7%C3%A3o%20no%20ensino%20de%20ci%C3%AAncias.PDF>. Acesso dia 01 set. 2020.

PAULA, S. C. Separação de misturas. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/quimica/assunto/materiais-e-suas-propriedades/misturas-e-metodos-de-separacao.html>> Acesso dia: 22 mar. 2017.

PELLIZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, v. 2, n.1, p. 37-42, jul.2001-jul.2002.

PIBID-UFPI/CPCE. Programa institucional de bolsa de iniciação à docência. Disponível em: <<http://pibidufpicpce.blogspot.com.br/2012/09/aula-pratica-8-serie-separacao-de.html>>. Acesso dia: 22 mar. 2017.

RODRIGUES JÚNIOR, E.; CASTILHO, N.M.C. Uma experiência em ação: Aprofundando conceito e inovando a prática pedagógica através do ensino híbrido. in: **Simpósio internacional de educação a distância e Encontro de pesquisadores em educação a distância**, 3, 2016, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2016. p. 1-6.

SANTOS, R. G; ALVES, É. C. R. de F; FIELD'S, K. A. P; COSTA, M. A. da. Propostas de aulas experimentais para contextualização e abordagem de conteúdos iniciais de química orgânica a alunos da terceira série do ensino médio de uma escola pública. **Experiências em Ensino de Ciências, Cuiabá**, v.11, nº1. 2016.

CAPÍTULO 21

DEMOCRATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: A EXPERIÊNCIA DO PROJETO “SABERES DA MATA ATLÂNTICA”

Data de aceite: 01/10/2020

Data da submissão: 06/10/2020

Ana Paula Agrizzi

Universidade Federal de Viçosa - UFV
Viçosa - MG
<http://lattes.cnpq.br/3424195023254886>

Marcos da Cunha Teixeira

Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
São Mateus - ES
<http://lattes.cnpq.br/9783956535209540>

João Paulo Viana Leite

Universidade Federal de Viçosa - UFV
Viçosa - MG
<http://lattes.cnpq.br/6758500529907429>

RESUMO: A socialização das pesquisas produzidas no âmbito das universidades visa diminuir a distância entre a produção dos conhecimentos científicos e a população. No entanto, a busca pelo modelo ideal e a conquista de espaços de divulgação científica para o grande público, ainda é um desafio na complexa relação entre ciência e sociedade. O presente trabalho discute as iniciativas e os impactos alcançados pela proposta de popularização da ciência do projeto “Saberes da Mata Atlântica”, desenvolvido pelo grupo de pesquisa BIOPROS, da Universidade Federal de Viçosa. Atuando de forma itinerante, o projeto atendeu estudantes do ensino fundamental e médio de sete cidades do entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, região da zona da Mata Mineira,

entre novembro de 2017 e agosto de 2019. As reflexões foram apresentadas de acordo com os pressupostos de Sartre sobre a fenomenologia e tiveram como base as percepções da equipe a partir da interação com os estudantes e professores das escolas atendidas. A proposta propiciou, além da popularização do conhecimento científico, a (re)descoberta de peculiaridades sobre o bioma Mata Atlântica e os saberes tradicionais associados, contribuindo para a ampliação da percepção ambiental e ressignificação da relação dos estudantes com a natureza.

PALAVRAS-CHAVE: Popularização da ciência, Divulgação científica, Mata Atlântica, Serra do Brigadeiro, Educação ambiental.

DEMOCRATIZATION OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE: THE EXPERIENCE OF PROJECT “KNOWING THE ATLANTIC FOREST”

ABSTRACT: The socialization of research produced in the scope of universities aims to reduce the distance between the production of scientific knowledge and the population. However, the search for the ideal model and the conquest of spaces for scientific dissemination to the general public, is still a challenge in the complex relationship between science and society. This paper discusses the initiatives and impacts achieved by the proposal to popularize the science of the “Knowledge of the Atlantic Forest” project, developed by the research group BIOPROS, from the Federal University of Viçosa. Acting on an itinerant basis, the project served

elementary and high school students from seven cities around the Serra do Brigadeiro State Park, a region in the Mata Mineira area, between November 2017 and August 2019. The reflections were presented according to Sartre's assumptions about phenomenology and were based on the team's perceptions based on the interaction with students and teachers from the schools served. The proposal provided, in addition to the popularization of scientific knowledge, the rediscovery of peculiarities about the Atlantic Forest biome and the associated traditional knowledge, contributing to the expansion of environmental perception and reframing of students' relationship with nature.

KEYWORDS: Popularization of science, Scientific dissemination, Atlantic Forest, Serra do Brigadeiro, Environmental education.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas o mundo tem assistido a um acelerado avanço da ciência e tecnologia e seus consequentes impactos para a sociedade humana. No entanto, ao analisarmos a distribuição dos benefícios gerados, verificamos que estes, em sua maior parte, estão distribuídos de forma desigual. Neste contexto, mais do que o complexo diálogo entre as diferentes áreas do conhecimento científico, exige-se uma maior comunicação com todos os setores da sociedade, principalmente os mais atingidos pelo processo de exclusão (GERMANO et al., 2007). A partir desta perspectiva, várias práticas e discursos sobre divulgação científica e popularização da ciência tem sido propostas. No entanto, as iniciativas em torno do problema nem sempre leva em consideração as diferenças culturais (GERMANO et al., 2007, ALMEIDA, 2002) e o contexto sociogeográfico.

De acordo com Huergo (2001), conceitua-se popularização da ciência como uma ação cultural que, referenciada na dimensão reflexiva da comunicação e no diálogo entre diferentes, pauta ações respeitando a vida cotidiana e o universo simbólico do outro. É neste contexto que ganha importância o papel das universidades como centro de produção de conhecimento, cuja indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, compõem seu princípio fundamental.

As “propostas extensionistas”, além de representarem uma importante prática de educação não formal, compreendem uma das possibilidades para divulgação e popularização do conhecimento produzido no âmbito das universidades, tendo como pano de fundo a história das relações entre conhecimento científico e demandas sociais (MOREIRA, 2006). Desta forma, assumimos aqui a análise Freiriana da extensão, compreendendo-a não como uma forma de transferência de saber, mas como um instrumento de comunicação e diálogo entre sujeitos, comprometida com uma educação-libertadora (FREIRE, 2015).

Nesta perspectiva, o projeto “Saberes da Mata Atlântica” foi idealizado como um projeto de extensão que inicialmente propunha-se a democratizar o conhecimento científico produzido por um grupo de pesquisa. No entanto, a medida em que as atividades propostas foram sendo desenvolvidas, o projeto ampliou-se, tornando-se multidimensional e agregando outras vertentes a partir das demandas que emergiram do contato com seu

público. Assim, entendemos que além de uma educação científica o projeto é indissociável da educação ambiental e do biorregionalismo, dimensões fundamentais por tratar-se de uma intervenção dialógica.

2 | O PROJETO “SABERES DA MATA ATLÂNTICA” E O GRUPO BIOPROS

O projeto “Saberes da Mata Atlântica”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) é uma proposta de popularização da ciência no entorno da Unidade de Conservação Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), realizado pelo grupo Bioprospecção Molecular no Uso Sustentável da Biodiversidade (BIOPROS). Este grupo de pesquisa integra o Laboratório de Biodiversidade, lotado no Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

O grupo BIOPROS reúne pesquisadores que se utilizam da bioprospecção molecular para avaliar o potencial biotecnológico de compostos produzidos por plantas nativas da Mata Atlântica. Para isso, atua em diferentes projetos que investigam a presença de produtos naturais com potencial para o tratamento de doenças que afetam a saúde humana e a produção agrícola. Nesse propósito, no Laboratório de Biodiversidade, o grupo BIOPROS faz uso de diferentes técnicas bioquímicas para isolamento, identificação e avaliação da atividade biológica desses compostos.

A pesquisa de bioprospecção molecular tem sido importante para a descoberta de extratos vegetais e princípios ativos que geram bioprodutos para as áreas farmacêutica, cosmética, alimentos e agroquímica. Este campo da ciência fomenta muita disputa econômica e discussões éticas entre diferentes países, levando à busca de regulamentação por intermédio de acordos e protocolos internacionais, como os debatidos durante a Convenção da Diversidade Biológica (Rio 92) e o Protocolo de Nagoya. O uso sustentável da biodiversidade, a importância do conhecimento tradicional associado e o potencial da Economia Verde, são temas transversais que tornam a produção do conhecimento nesta área de grande interesse social (LEITE, 2008a).

No Brasil, a pesquisa de bioprospecção molecular representa uma área relevante, já que seus resultados podem gerar impacto social, ambiental e econômico. Além do valioso patrimônio genético, em grande parte desconhecido de nossas matas, destaca-se o conhecimento tradicional associado à biodiversidade, de imensurável valor. Estes recursos naturais, aliado ao vasto conhecimento popular de uso medicinal das plantas da Mata Atlântica, são a base para várias pesquisas do grupo BIOPROS.

Em pesquisa etnofarmacológica realizada por pesquisadores do BIOPROS com moradores do entorno do PESB, foi observada tradição no uso de plantas na medicina popular. Das espécies utilizadas indicadas pelos “conhecedores da medicina tradicional”, 40% representavam plantas nativas da região (LEITE et al., 2008b). Algumas destas

informações foram alvo de investigação científica dentro do grupo, sendo comprovada algumas indicações populares, como o uso das cascas de *Bathysa cuspidata* para tratamento de doenças hepáticas (GONÇALVES et al., 2012) e ação cicatrizante de preparações medicamentosas preparadas com cascas de *Croton urucurana* (CASAO et al., 2020).

Atualmente, o grupo BIOPROS conta com uma “biblioteca” composta por 534 extratos, produzidos a partir de 135 espécies da Mata Atlântica, coletadas em três áreas nativas do bioma.

2.1 Equipe e Parcerias

O projeto contou com uma equipe multidisciplinar, composta por estudantes do Programa de Pós-graduação em Bioquímica Aplicada (pertencentes ao grupo BIOPROS) e estudantes de graduação em Bioquímica e Ciências Biológicas. Estes integraram a equipe de pesquisadores mediadores do projeto, sendo responsáveis pelas atividades práticas das oficinas e aulas expositivas dialogadas. Nas expedições, o transporte e a sonorização ficou a cargo de dois técnicos de apoio da UFV. Um estudante de Comunicação Social, também integrou a equipe de algumas expedições, sendo responsável pela fotografia e filmagens para divulgação. O projeto, também teve a parceria do Instituto Estadual de Florestas (IEF) responsável pela coordenação do Fórum Regional de Educação Ambiental (ForEA) na Zona da Mata Mineira.

O ForEA é uma iniciativa do governo do estado de Minas Gerais por meio do IEF e em parceria com a Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental (CIEA-MG Zona da Mata). O Fórum tem como objetivo promover o envolvimento da sociedade no planejamento e efetivação de ações que visem solucionar ou mitigar, problemas ambientais locais. O projeto “Saberes da Mata Atlântica” passou a fazer parte da programação do ForEA, ocorrendo concomitantemente com outras atividades pedagógicas de educação ambiental voltadas para a comunidade escolar.

A definição das metodologias de intervenção junto ao público do projeto contou com a parceria do Laboratório de Educação Ambiental (LABEA) da Universidade Federal do Espírito Santo - Campus São Mateus.

2.2 Atividades propostas e público do projeto

O projeto “Saberes da Mata Atlântica” conta com três estratégias para a divulgação e popularização da ciência; expedições científicas itinerantes nas cidades do entorno do PESB, produção de vídeos educativos divulgados nas mídias sociais do grupo BIOPROS e produção e distribuição de edições do Boletim BioPESB.

As expedições científicas do projeto, tiveram como público principal estudantes de ensino fundamental e médio de escolas públicas de municípios que compõem o território rural da Serra do Brigadeiro.

Entre as atividades desenvolvidas nas expedições estão a realização de oficinas

de educação científica e a exibição do vídeo “Biodiversidade da Mata Atlântica: tesouro a ser descoberto” de aproximadamente de 17 minutos, que apresenta as pesquisas desenvolvidas pelo grupo BIOPROS com espécies vegetais nativas da Mata Atlântica.

A sala de exibição do vídeo foi montada no interior do “Caminhão da Ciência” disponibilizado pela Pró-reitoria de Extensão e Cultura da UFV. O caminhão, adaptado para receber aproximadamente 15 expectadores em cada sessão, foi integrado às demais atividades da expedição nas escolas.

Em cada expedição, o projeto contou com a mediação de pesquisadores da UFV que envolveram os estudantes participantes do projeto em diferentes atividades práticas de educação científica. As pesquisas desenvolvidas pelo grupo BIOPROS foram apresentadas em linguagem simples, em momentos de interação e diálogo, sendo exemplificadas as etapas do método científico empregado em bioprospecção molecular, tendo como eixo norteador o uso sustentável do bioma Mata Atlântica.

Exemplares do informativo Boletim BioPESB, produzidos por estudantes do PET-Bioquímica da UFV e estagiários do Curso de Comunicação Social da UFV, foram distribuídos durante as expedições. Em cada edição são produzidos 1000 exemplares, distribuídos gratuitamente no território da Serra do Brigadeiro. O Boletim aborda temas de ciência e tecnologia, que, de alguma forma, estejam relacionados ao dia-a-dia das pessoas que vivem na região.

O presente trabalho tem por objetivo relatar e discutir as experiências do projeto de extensão “Saberes da Mata Atlântica”, concentrando suas reflexões no desafio de divulgar o conhecimento científico, produzido pelo grupo BIOPROS, às comunidades do entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro.

3 | CAMINHOS METODOLÓGICOS

O presente relato concentrou a sua coleta de dados nas ações de popularização e divulgação da ciência do projeto de extensão e suas consequências perceptíveis, de acordo com os pressupostos de Sartre sobre a Fenomenologia. Este diz que: “Fenômeno é o que se manifesta, e o ser manifesta-se a todos de algum modo, pois dele podemos falar e deles temos certa compreensão” (SARTRE, 2008, p.15). Deste modo, trata-se de um estudo de percepção da equipe executora do projeto sobre o fenômeno “ação de extensão e popularização da ciência Saberes da Mata Atlântica”, dentro da premissa de que a percepção se refere ao ser que percebe; e a consciência dos envolvidos no projeto possui “uma consciência de ser consciência, portanto, também é uma manifestação de um fenômeno” (SARTRE, 2008, p. 20).

Assim, o presente trabalho não aborda os meandros da psicopedagogia, da análise do discurso ou da Historiografia das Mentalidades. Ele tem por método tão somente a análise de conteúdo do fenômeno social e educacional a ser estudado. Tomando por base

a compreensão da pesquisadora Marli Elisa André, trata-se de um trabalho de etnografia da prática escolar em ambientes não formais de educação. Para André (2005), trabalhos dessa natureza definem-se como um estudo de caso do tipo etnográfico, pois não são conduzidos por antropólogos ou etnólogos, e sim por profissionais da área de educação. Mas, embora não promova uma imersão na cultura em análise, utiliza-se dos mesmos elementos da etnografia, como a revisão bibliográfica sobre o tema, análise documental e o trabalho de campo (ANDRÉ, 2005).

No presente relato de experiência utilizou-se, como fonte de dados da realidade observada, as reuniões para avaliação das atividades desenvolvidas e os relatórios etnográficos sobre os trabalhos de campo das expedições do projeto “Saberes da Mata Atlântica”, os quais constituíram os resultados e subsidiaram a discussão do presente trabalho.

A análise dos resultados, ou seja, “as consequências perceptíveis” (SARTRE, 2008) foram realizadas com base nos pressupostos teóricos da Pedagogia do Oprimido de Paulo Freire (2014) e a Pedagogia Dialógica de José Eustáquio Romão (2007). Entre outros assuntos igualmente relevantes, a Pedagogia do Oprimido versa sobre o papel da educação nas transformações sociais enquanto que a Pedagogia Dialógica, adota o movimento dialético de construção, desconstrução e reconstrução no processo ensino-aprendizagem. A descrição qualitativa dos resultados se ateve não nas grandes conferências da ação de extensão, mas no diálogo entre educadores e educandos e as mútuas aprendizagens advindas deste processo.

Para fins de análise das experiências apresentadas no presente relato foram definidas as seguintes categorias: contribuições do projeto “Saberes da Mata Atlântica” para a divulgação e popularização da ciência; contribuições do projeto para a educação ambiental e contribuições da proposta para a complementação do currículo escolar. Contudo, é importante ressaltar que essas categorias se apresentam integradas ao longo do desenvolvimento da experiência relatada.

4 | RELATO DE EXPERIÊNCIA

O projeto “Saberes da Mata Atlântica” realizou nove expedições, entre setembro de 2017 e agosto de 2019, em sete municípios da Zona da Mata mineira, a saber: Miradouro, Carangola (duas expedições), São Sebastião de Vargem Alegre, Fervedouro (sede do município e no distrito de São Pedro do Glória), São Francisco do Glória, São Geraldo e Cajuri.

Com exceção das expedições que ocorreram em São Geraldo e Cajuri, as demais tiveram duração de dois dias consecutivos. Nestas expedições foram atendidos estudantes de ensino fundamental e ensino médio das escolas públicas dos municípios que sediavam o ForEA. É importante destacar que, apesar do público principal do projeto ser os estudantes

da educação básica, os professores que acompanharam as turmas também participaram das atividades desenvolvidas nas expedições.

A equipe responsável pelas expedições foi composta pelo professor coordenador, por estudantes do Programa de pós-graduação em Bioquímica Aplicada e estudantes de graduação da UFV. As expedições contaram com reuniões periódicas para planejamento das ações, onde todos foram envolvidos. Os membros da equipe se revezaram na execução das atividades, tendo cada expedição a presença de pelo menos três estudantes além do coordenador do projeto. A logística, o estabelecimento de calendário e mobilização escolar ficou a cargo dos coordenadores do ForEA e das secretarias municipais de ensino.

Observamos o envolvimento de todos os atores nas etapas de planejamento, organização e execução da proposta. Além de entusiasmados, todos vislumbraram o projeto como uma oportunidade de formação complementar. Como descreve o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a formação do cientista deve estar aberta às questões éticas do desenvolvimento científico e tecnológico e assim compreender e discutir sua responsabilidade ético-político-social. Assim, nas atividades do projeto “Saberes da Mata Atlântica”, os graduandos e pós-graduandos tiveram a oportunidade de compartilhar os conhecimentos adquiridos durante sua formação e, dessa forma, contribuíram para a democratização do saber científico. Além disso, os projetos de extensão compreendem, normalmente, ações de formação em ambientes não formais, que ampliam a visão dos cientistas ao desenvolverem a percepção sobre o valor destes espaços na popularização do conhecimento científico (MORSELO, 2006). Sobre isto, Saviani (2009, p.65) diz que:

Se educação é promoção do homem; se o homem realiza as suas potencialidades na e a partir da situação; se a sua capacidade de intervir na situação depende do grau de consciência que possui em relação à situação, a universidade estará em condições de desempenhar suas funções se e somente se for capaz de formar profissionais com uma aguda consciência da realidade em que vão atuar; com uma adequada fundamentação teórica que lhes permita uma ação coerente; com uma satisfatória instrumentalização técnica que lhes possibilite uma ação eficaz.

As primeiras expedições serviram como um diagnóstico inicial para o planejamento das estratégias e metodologias mais adequadas ao público participante. Neste contexto, avaliamos os seguintes tópicos: Como fazer a transposição entre o saber científico para uma linguagem mais acessível, cotidiana? Como conquistar a atenção do público jovem? Como despertar a reflexão sobre os temas abordados? Nessa tentativa, optamos por iniciar as atividades da expedição com a exibição do vídeo, no interior do “Caminhão da Ciência”, e posteriormente seguir com as atividades práticas das oficinas.

Percebemos que o vídeo se revelou uma ferramenta adequada para a divulgação do conhecimento científico produzido pelo grupo BIOPROS, lançando um olhar diferenciado sobre a biodiversidade local e o conhecimento tradicional associado (Figura 1B). Além

disso, percebemos que sua exibição assumiu um lugar de destaque na programação do projeto, já que é um instrumento visual atraente, com adequada interação discursiva.

Após a exibição do vídeo, em diálogo com os estudantes, ficou explícito o encantamento e o desejo de alguns em tornarem-se pesquisadores ou estudantes universitários de diferentes áreas.

Um aspecto importante que foi evidenciado é que os usos medicinais das plantas nativas da Serra do brigadeiro, apresentadas no vídeo, não são conhecimentos amplamente difundidos entre os estudantes atendidos pelo projeto, sendo estes saberes, aparentemente, restritos a um grupo específico. Essa constatação aponta para a necessidade, nos projetos de pesquisa e extensão, de ultrapassar a divulgação científica e caminhar na direção da troca de saberes visando valorizar e salvaguardar os conhecimentos etnofarmacológicos da região.

Após discussão sobre o vídeo os estudantes foram convidados a conhecerem as etapas do método científico a partir das práticas de pesquisa desenvolvidas pelo grupo BIOPROS na busca por compostos bioativos. Divididos em grupos, os estudantes tiveram oportunidade de participar de oficinas de práticas de botânica, química e microscopia. Na oficina de botânica, os estudantes coletaram folhas de árvores em ambientes próximos a escola. Os pesquisadores/mediadores da prática envolveram os estudantes na análise das características das folhas, suas estruturas e diferenças morfológicas entre as espécies. Os estudantes também aprenderam mais sobre os herbários (além das informações já apresentadas no vídeo) e produziram exsiccatas (Figura 1D). Nesse momento, o projeto cumpriu um importante papel na complementação do currículo escolar, uma vez que para a compreensão dos temas abordados, os pesquisadores fizeram uso de diversos conteúdos que compõem o currículo do ensino de ciências e biologia. Além disso, as práticas desenvolvidas contribuem para o ensino por investigação, muitas vezes não contemplado no ensino formal das escolas. Segundo Sasseron (2015, p.63-64),

É importante ainda considerar que o ensino por investigação e a argumentação em sala de aula permitem romper com uma cultura escolar que se pauta, hegemonicamente, em práticas didáticas sem contextualização com o que é próprio do campo de conhecimento da disciplina.[...]Uma expectativa que surge dessas ideias é a possibilidade de que o gosto pelas ciências seja nutrido entre os estudantes ao compreenderem que as ciências são construções humanas, pautadas em crises, desafios, inquietações, podendo trazer inovações e mudanças para nossas vidas.

Na oficina de química o público pode acompanhar como um extrato vegetal é produzido e conhecer alguns dos métodos empregados para a descoberta de moléculas bioativas. Para exemplificar a metodologia utilizada nas pesquisas de bioprospecção molecular, foi feita a análise dos efeitos dos extratos vegetais e seus compostos constituintes no tratamento de diferentes doenças, incluindo o câncer. Nesse momento, microscópios foram utilizados para a visualização de lâminas histológicas produzidas durante essa pesquisa.

As lâminas apresentavam cortes histológicos de pulmões de camundongos, nos quais foi induzido o desenvolvimento de nódulos cancerosos pela inoculação de uma linhagem de melanoma. Os estudantes observaram lâminas de pulmões de camundongos tratados e não tratados com um extrato vegetal (controle). Assim, puderam observar que o número e tamanho de nódulos nos pulmões dos animais tratados era menor quando comparados às lâminas de pulmões de animais não tratados, sugerindo um potencial antitumoral aos compostos presentes no extrato vegetal (Figura 1C).



Figura 1 - Fotos de atividades desenvolvidas em expedições do projeto “Saberes da Mata Atlântica”. A - *Banner* do projeto; B - Vídeo sendo apresentado no interior do “Caminhão da Ciência”; C - Estudantes observando lâminas ao microscópio; D - Oficina de Botânica com a produção de exsiccatas; E - Estudantes e professores seguindo para a apresentação do vídeo no interior do “Caminhão da Ciência”.

Fonte: Acervo do projeto “Saberes da Mata Atlântica”.

Um aspecto relevante é que 83% dos estudantes participantes do projeto relataram que nunca haviam utilizado um microscópio óptico, sendo o conhecimento sobre o aparelho restrito aos livros didáticos. Essa atividade, se destacou entre as práticas desenvolvidas nas expedições, apresentando grande potencial no processo de divulgação científica e no despertar do interesse pela investigação.

O ensino por investigação é descrito como uma modalidade em que, durante todo o ciclo investigativo, há o protagonismo dos estudantes na construção dos conteúdos (AZEVEDO, 2006; CARVALHO, 2013). Nessa perspectiva, com intuito de empoderar os estudantes como autores e não apenas expectadores do conhecimento, atuantes no processo de investigação e no uso do método científico, planejamos, para as primeiras expedições, a produção de lâminas histológicas pelos estudantes. No entanto, devido ao número limitado de aparelhos e mediadores para a prática, decidimos utilizar lâminas histológicas permanentes, coradas com hematoxilina/eosina, produzidas em pesquisas do

grupo BIOPROS.

Em algumas expedições foi realizada a prática da extração do DNA de banana onde os alunos participaram das etapas do procedimento e lembraram alguns conhecimentos já apresentados nas aulas de biologia sobre a complexidade da estrutura dos ácidos nucleicos, a localização celular dessas moléculas e suas funções. Com a prática, foi possível conduzi-los pelos níveis de organização biológica; desde o nível molecular até a compreensão da biodiversidade, produto da diversidade genética. Compreendemos, assim, que o aprendizado a partir da experimentação é importante na construção de um conhecimento menos fragmentado. Corroborando essa ideia, Luca e colaboradores (2018), tomando como base as teorias de Edgar Morin sobre a fragmentação do conhecimento, entende que a experimentação, por sua complexidade, permite a comunicação entre diferentes olhares sobre o mesmo fenômeno, fator necessário à construção de atitudes interdisciplinares.

Em outras expedições a prática de extração de DNA foi substituída pela produção de um indicador de ácido-base produzido com repolho roxo. A prática, envolveu os estudantes e professores, sendo utilizados produtos do dia a dia, como vinagre e bicarbonato. Os alunos compreenderam o que é potencial Hidrogeniônico (pH), as diferenças entre ácido e base, e como compostos presentes no repolho, no caso antocianinas, alteram a coloração de acordo com o pH do meio. Os alunos foram desafiados a argumentar sobre os fenômenos observados e assim o conhecimento foi construído. Leitão (2011), citado por Sasseron (2015, p. 60) explica que

a argumentação no contexto do ensino evidencia tanto aspectos vinculados ao raciocínio prático, quanto ao raciocínio teórico, aproximando alunos não apenas de conceitos, leis e teorias das ciências, mas também de processos e características da construção do conhecimento.

Em muitos momentos percebemos um envolvimento dos estudantes e um desejo de tornarem-se um dia também pesquisadores. Durante as atividades do projeto, em conversa com os estudantes, alguns deles manifestaram o desejo de conhecer a UFV e seus laboratórios. Nesse momento, considerando os discursos, percebemos que, apesar do histórico da UFV na região e do reconhecimento social por sua produção e divulgação científica, ainda há um grande distanciamento entre a universidade e as comunidades próximas a ela. Na nossa percepção, a universidade ainda se apresenta para alguns jovens como algo inatingível. Goergen (1998) já alertava para esse distanciamento afirmando que, diante das rápidas mudanças impostas pela modernidade, a universidade tem como missão o atendimento das necessidades de populações regionais no que diz respeito ao conhecimento e ao desenvolvimento de culturas locais. Assim, entendemos que o projeto contribui para aproximar os jovens da universidade, estimulando a busca pelo ingresso no ensino superior e o interesse pela carreira científica.

Os resultados obtidos nas expedições anteriores apontaram para a necessidade

de diagnósticos prévios acerca das percepções dos alunos sobre o bioma Mata Atlântica. Assim, na expedição realizada em Fervedouro, além das atividades previstas no projeto, verificou-se a necessidade de realizar uma pesquisa com o objetivo de avaliar a percepção ambiental dos estudantes sobre o bioma Mata Atlântica. Adotando-se abordagem de pesquisa mista, utilizou-se evocação livre e aplicação de questionário para 150 estudantes do ensino fundamental e médio. Os dados, submetidos à análise de conteúdo, revelaram a existência de percepção equivocada quanto a aspectos geográficos e de conservação da Mata Atlântica e, embora os estudantes tenham apresentado conhecimento acerca de espécies nativas, também relacionaram espécies exóticas ao bioma. Os resultados obtidos na pesquisa serviram para subsidiar alterações nas metodologias e temáticas abordadas no projeto, de forma a garantir a ampliação dos conhecimentos dos estudantes sobre o bioma Mata Atlântica. Além disso, a análise da percepção ambiental dos estudantes reafirmou a importância do projeto não apenas na divulgação do conhecimento científico, mas também na educação ambiental biorregionalista, já que a região abriga um importante remanescente do bioma.

Segundo Quaterzani, Agrizzi e Teixeira (2016) a teoria do biorregionalismo busca restabelecer uma conexão entre as comunidades humanas de uma determinada região com seu ambiente natural. Sendo assim, o regionalismo do currículo mostra-se necessário para ampliar a representação social do meio ambiente dos estudantes.

Entre os produtos do projeto, está a produção de seis edições do informativo “Boletim BioPESB”, totalizando 5000 exemplares, distribuídos aos estudantes participantes das expedições, além de moradores, instituições, escolas e turistas. Em sua edição número 31, o boletim apresentou uma coletânea de matérias sobre práticas em educação científica e ambiental de educadores de escolas do entorno do PESB. O objetivo dessa edição foi valorizar e estimular as iniciativas pedagógicas envolvendo temáticas locais.

Além do vídeo utilizado nas expedições do projeto “Saberes da Mata Atlântica”, estão sendo produzidos episódios para a série de vídeos intitulados “O laboratório farmacêutico das plantas”. Todos os vídeos estão disponíveis no canal do YouTube do grupo BIOPROS e serão divulgados por meio de suas mídias sociais.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora haja, atualmente, muitas discussões acerca da responsabilidade ética e social do pesquisador na comunicação dos conhecimentos científicos produzidos no âmbito das universidades, o diálogo entre estes e o público em geral ainda é muito limitado. Por outro lado, segundo levantamento publicado pelo relatório sobre Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil em 2019 (BRASIL, 2019a), existe um grande interesse da população pelos resultados de pesquisa científica, uma vez que reconhecem sua utilidade e importância para o futuro da humanidade.

Apesar dos grandes avanços científicos e crescente produção acadêmica logrados no Brasil nos últimos anos, a qualidade da formação dos estudantes brasileiros do ensino médio das escolas públicas, em especial do ensino de biologia é ainda uma meta a ser alcançada. O desempenho do Brasil na última edição do programa internacional de avaliação dos estudantes do ensino médio (PISA) quanto aos conhecimentos e habilidades em ciências corroboram com essa afirmação. Na prova, realizada em 80 países o Brasil ocupou a 66ª posição em ciências (BRASIL, 2019b). Desta forma, a popularização da ciência é uma necessidade urgente e um propósito desafiador.

A primeira experiência do projeto “Saberes da Mata Atlântica” foi uma importante iniciativa que cumpre seu papel na socialização do conhecimento produzido pelo grupo BIOPROS. Neste sentido, podemos afirmar que a experiência aqui relatada, apresenta grande potencial como iniciativa para a formação dos pesquisadores envolvidos, promoção da educação científica e formação cidadã dos estudantes atendidos.

Do ponto de vista conceitual, a popularização da ciência necessita de um prévio envolvimento da equipe executora do projeto com as comunidades atendidas, visando a troca de conhecimentos e a personalização da proposta, de forma a não denotar uma via de mão única (GOUVÊA, 2000). Neste contexto, para as próximas etapas, será necessário um planejamento conjunto com as escolas a serem atendidas, a fim de discutir os métodos, experimentos, interdisciplinaridade e como a proposta poderá ser inserida no planejamento pedagógico.

Diante da experiência relatada, percebemos que o projeto se renovará e se ampliará em cada nova expedição, em uma construção constante que vai de encontro ao que diz o poeta espanhol Antônio Machado: “não há caminho, o caminho se faz ao caminhar”.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro concedido pelo edital “Popularização da Ciência, da Tecnologia e da Inovação”; ao apoio da Pró-reitoria de Extensão e Cultura da UFV; à equipe do Laboratório de Educação Ambiental (LABEA) da UFES - Campus São Mateus pelas valiosas orientações; à equipe do Departamento de Comunicação Social da UFV pelas fotografias e produção dos vídeos das expedições; à toda equipe executora do projeto e demais funcionários/colaboradores da UFV; à todos os diretores, professores, funcionários e estudantes das escolas atendidas pelo projeto; aos organizadores do Fórum de Educação Ambiental – ForEA.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. A vulgarização do saber. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Org.). **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência, 2002.

ANDRÉ, Marli. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus. 2005.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In AZEVEDO, M. P. C. S. (org.) *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Thomson. 2006.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Brasil no PISA 2018: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. — São Paulo: Fundação Santillana, 2019a.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Percepção pública da C&T no Brasil – 2019**. Resumo executivo. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2019b.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. In: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 18(3), p. 765–794, 2018.

CASAO, T. R. L.; PINHEIRO, C. G.; SARANDY, M. M.; ZANATTA, A. C.; VILEGAS, W.; Novaes, R. D.; GONÇALVES, R. V.; LEITE, J. P. V. **Croton urucurana Baillon stem bark ointment accelerates the closure of cutaneous wounds in knockout IL-10 mice**. Journal of Ethnopharmacology, v. 261, p. 113042, 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra. 58 ed, 2014.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2015. 127 p.

GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A. **Popularização da Ciência: uma revisão conceitual**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 24, p. 7-25, 2007.

GOERGEN, Pedro. **Ciência, sociedade e universidade**. Educ. Soc., Campinas, v. 19, n. 63, p. 53-79, 1998.

GONÇALVES, R. V.; NOVAES, R. D.; LEITE, J. P. V.; VILELA, E. F.; CUPERTINO, M. C.; NUNES, L. G.; MATTA, S. L. P. **Hepatoprotective effect of Bathysa cuspidata in a murine model of severe toxic liver injury**. International Journal of Experimental Pathology, v. 93, p. 370-376, 2012.

GOUVÊA, G. A **Divulgação Científica para Crianças: O caso da Ciência Hoje das crianças**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2000.

HUERGO, J. **La Popularización, mediación e negociación de significados**. In: SEMINÁRIO LATINOAMERICANO: ESTRATÉGIAS PARA LA FORMACIÓN DE POPULARIZADORES EN CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, Cono Sur, La plata, 2001.

LEITE, J. P. V. **Química dos Produtos Naturais: uma abordagem biossintética**. In: Fitoterapia - Bases Científicas e Tecnológicas. São Paulo: ATHENEU, v. 1, p. 47-98, 2008a.

LEITE, J. P. V.; FERNANDES, J. M.; FAVARO, L.B.; GONTIJO, D.C.; GARCIA, F.C.P. **Plantas medicinais no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro - MG.** Biota, v. 1, p. 16-34, 2008b.

LUCA, Anelise Grunfeld.; SANTOS, Sandra Aparecida; DEL PINO, José Cláudio; PIZATTO, Michelle Câmara. **Experimentação contextualizada e interdisciplinar: uma proposta para o ensino de ciências.** Revista Insignare Scientia. v. 1, n. 1, 1-21; 2018.

MOREIRA, I. C. **A inclusão e a popularização da ciência e tecnologia no Brasil.** Inclusão Social, v. 2, p. 11-16, 2006. Disponível em: <<http://www.brapci.inf.br/v/a/6147>>. Acesso em: 20 de maio, 2018.

MORSELLO, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo.** São Paulo: Annablume, FAPESP, 2ª ed., 2006. (1ª ed. 2001). 343 p.

QUATERZANI, H. S.; AGRIZZI, A. P.; TEIXEIRA, M. C. **O Que os Estudantes das Escolas das Restingas dizem sobre “Restinga”?** Um olhar biorregionalista sobre o ensino de ciências das escolas do distrito de Guriri, ES. Revista da SBEnbio, n. 9. p. 7553-7564, 2016.

ROMÃO, José Eustáquio. **Pedagogia Dialógica.** Instituto Paulo Freire. São Paulo: Cortez. Segunda edição. 2007.

SARTRE, Jean-Paul. **O ser e o nada.** Ensaio de Ontologia Fenomenológica. Petrópolis: Vozes. 16ª edição. 2008.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica.** Campina, SP: Autores Associados, 18ª edição, 2009.

CAPÍTULO 22

OBJETOS DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM SOBRE BIOMAS BRASILEIROS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 16/10/2020

Mirlana Emanuele Portilho Rodrigues

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Biologia
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/3147932987208609>

Carlos Erick Brito de Sousa

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Biologia
São Luís – MA
<http://lattes.cnpq.br/6039452387227749>

RESUMO: O uso das tecnologias de informação e comunicação na escola é marcado por desafios, como questões relacionadas ao planejamento das atividades educacionais e às modificações curriculares. O presente trabalho se insere nesse contexto de mudanças, e busca investigar objetos de aprendizagem (OA) multimídia (vídeos) destinados ao ensino de Biologia que realizam abordagens sobre os biomas brasileiros, por esta temática permitir uma associação entre conhecimentos biológicos e outras áreas de conhecimento. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, que se destinou à análise de aspectos pedagógicos dos OA selecionados no repositório Portal do Professor, cuja proposta metodológica se concentrou na análise dos conteúdos biológicos, na averiguação de possíveis aproximações entre os aspectos pedagógicos contemplados pelos OA e as

orientações de documentos oficiais da educação, e, por último, na realização de observações e sugestões para possíveis usos desses OA no âmbito do ensino de Biologia por professores do Ensino Médio. Foi possível notar que os OA possuem potencialidades didáticas para serem utilizados como recursos no ensino de Biologia e podem contribuir para a aprendizagem dos estudantes, oferecendo contribuições para o trabalho com questões relacionadas aos biomas brasileiros, expandindo o tratamento do tema para conexões com outras disciplinas, atividades interdisciplinares e propostas de Educação Ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Objeto de Aprendizagem; Ensino de Biologia; Biomas Brasileiros.

MULTIMEDIA LEARNING OBJECTS AND BIOLOGY TEACHING: AN APPROACH OF BRAZILIAN BIOMES

ABSTRACT: The usage of technologies of information and communication at school is marked by challenges, like the planning of educational activities and the modifications on curriculum. This work, into the context of those changes, investigates multimedia (videos) learning objects (LO) destined to the teaching of Biology which approaches brazilian biomes, as this topic allows an association between biological knowledge with other fields of knowledge. This is a qualitative research destined to the analysis of pedagogical aspects of the selected LO on the repository called "Portal do Professor", which methodological proposal focuses on the analysis of the biological contents, on the inquiry of some

possible approaches between the pedagogical aspects contemplated by the LO and the instructions of official documents of education, and also, observations and suggestions of some possible usages of those LO on the scope of Biology teaching by High School teachers. It was possible to note that the LO have didactic potentials to be used as a resource on the teaching of Biology, and can contribute to the students learning, by offering contributions to the work with questions related to the Brazilian biome, expanding the topic to make connections with other subjects, interdisciplinary activities and proposals on Environmental Education.

KEYWORDS: Learning Object; Biology Teaching; Brazilian Biomes.

1 | INTRODUÇÃO

A sigla TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação), segundo Geraldi e Bizelli (2015), compreende um conjunto de tecnologias e equipamentos que permite trabalhar e comunicar informação de forma integrada, incluindo computadores, aplicativos, Internet e telecomunicações, ou seja, são recursos tecnológicos que permitem o trânsito de informações, sendo utilizados em diversos setores. Devido à presença das TIC no espaço escolar, suas potencialidades para o ensino foram reconhecidas, tais como abrangência e rapidez de acesso às informações, além de novas possibilidades de comunicação, interação e aprendizagem. Nesse âmbito, é importante que a escola construa o processo de inserção das TIC no aprendizado de maneira apropriada, fazendo planejamentos, modificações curriculares, a fim de que o uso desses recursos proporcione sua finalidade pedagógica.

No entanto, de acordo com Kenski (2003), em alguns casos, existe certa carência na preparação docente para o uso das TIC, uma vez que os modos como são realizadas as formações, por vezes, não contemplam adequadamente os possíveis usos desses recursos visando à criação de novas possibilidades pedagógicas. Nesse sentido, é importante que profissionais que trabalham com a educação busquem novas informações a respeito do uso das TIC, possibilitando uma visão dos mais diversos usos desses materiais, pois isto pode contribuir para a ação docente. Ademais, práticas desta natureza “contemplam uma série de recursos que facilitam a aprendizagem, dentre eles os Objetos de Aprendizagem (OA)” (COSTA et al., 2017, p. 2).

Conforme Carneiro e Silveira (2014, p. 239), os OA podem ser “qualquer material eletrônico (imagens, vídeos, páginas da web, animações ou simulações)”, desde que seus objetivos pedagógicos estejam explícitos, tendo uma intencionalidade à construção de conhecimentos, e que estejam estruturados de uma forma que possam ser reutilizados em diferentes contextos de aprendizagem. Braga (2015) explica que os OA possuem duas perspectivas que fazem parte da construção desses recursos: a técnica e a pedagógica. A técnica se refere aos aspectos tecnológicos, como por exemplo, a facilidade de instalação, a disponibilidade para serem utilizados, a portabilidade, a usabilidade e a manutenibilidade. Já a pedagógica se refere a aspectos como interatividade, autonomia, cooperação, cognição e afetividade.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo investigar alguns OA multimídia destinados ao ensino de Biologia, que realizam uma abordagem sobre os biomas brasileiros, analisando as abordagens dos conteúdos biológicos, com base em referenciais da área e em suas aproximações com documentos oficiais da educação brasileira, propondo sugestões sobre suas possibilidades de utilização.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa possui uma abordagem qualitativa. Para a busca e seleção de OA multimídia, alvos de análise pela presente pesquisa, alguns parâmetros foram usados: 1. Deveriam permitir acesso livre e gratuito; 2. Ter sido elaborados em língua portuguesa; 3. Realizar uma abordagem de conteúdos da área de Biologia, cuja escolha de tema enfocou os biomas brasileiros; 4. Estar presentes no repositório Portal do Professor.

Com relação à escolha por conteúdos relativos aos Biomas, esta se deu em função de os assuntos abordados requisitarem conhecimentos de várias áreas da Biologia, como Botânica, Zoologia, Ecologia, Genética, Evolução, dentre outras, além da associação com outras áreas de conhecimento, como a Geografia, por exemplo. E, por possibilitarem também a incorporação de propostas relacionadas à Educação Ambiental, que perpassa por todos os conteúdos, sendo um eixo transversal. Já o Portal do Professor (disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br>) foi escolhido por ser um espaço gratuito e acessível, que disponibiliza arquivos em um ambiente virtual como recursos educacionais, sendo vídeos, fotos, mapas, áudio e textos, incluindo sugestões de aulas de acordo com o currículo de cada disciplina. Atendendo aos critérios preestabelecidos, selecionamos, dentre os materiais disponíveis neste portal, a coleção “Biomas Brasileiros”, a qual faz parte de uma série de conteúdos digitais voltados ao ensino de Biologia, sendo produzida pelo Projeto Embrião, vinculado à Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

A metodologia foi construída afinada à proposta de Braga (2015), a qual defende que os OA precisam aliar concepções técnicas e pedagógicas. Para além dos aspectos meramente técnicos, a autora reforça a necessidade de realizar análise a respeito de questões didático-pedagógicas, que perpassam conteúdos, características e objetivos dos OA, a qual denomina de “investigação contextual”. Ela complementa que os OA também precisam estar conectados a planejamentos didático-pedagógicos, o que incide em reflexões sobre possíveis usos desses artefatos tecnológicos em propostas de ensino. Diante desses pressupostos, enfatizamos a análise dos OA sob o ponto de vista dos aspectos pedagógicos que os constituem e de suas potencialidades para o ensino de Biologia, tomando por base esse referencial teórico-metodológico. Para proceder à análise, selecionamos trechos dos OA analisados concernentes aos interesses científicos da presente pesquisa.

No que se refere à análise dos conteúdos biológicos e suas interfaces com outros conhecimentos, buscamos apoio em referenciais especializados dessas áreas. A fim de

perceber as possíveis aproximações entre os aspectos pedagógicos contemplados pelos OA estudados e as orientações realçadas por documentos oficiais da educação brasileira, recorreremos a estes materiais para verificarmos a pertinência das abordagens à área do ensino de Biologia e suas correlações com outros campos do conhecimento. Além disso, realizamos algumas observações e sugestões para possíveis usos dos OA analisados no âmbito do ensino de Biologia por professores do Ensino Médio.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A coleção “Biomias Brasileiros”, que corresponde ao conjunto de OA selecionados para esta pesquisa, busca retratar biomas como a Amazônia, a Caatinga, a Mata Atlântica e os Biomas Costeiros (Mangue). Nos vídeos, são contadas as descobertas de quatro estudantes desbravando os biomas mencionados. Todos os episódios seguem um padrão similar, em que um representante local mostra características da biodiversidade do bioma visitado aos estudantes. Os representantes de cada local são pessoas que vivem no bioma abordado, e que acabam virando guias dos estudantes, levando-os a lugares que expressam peculiaridades das respectivas regiões.

- EPISÓDIO AMAZÔNIA

No episódio sobre a Amazônia, os estudantes vão desbravar a região e entram em um barco onde conhecem Iranir, que é ribeirinha e guia turística. A guia faz amizade com os estudantes e logo começa a falar dos mistérios da Amazônia, abordando também o encontro entre os rios Negro e Solimões, a presença de botos na região e lendas em torno desse animal.

As informações presentes nesse diálogo são características próprias do bioma Amazônia. Os conceitos abordados no OA sobre o encontro do rio Negro e do rio Solimões se aproximam do que é proposto por Franzinelli (2011), quando relata que a confluência desses rios origina o rio Amazonas. Conforme a autora, o rio Negro tem sua nascente no Escudo das Guianas e o rio Solimões está localizado nos Andes. Eles percorrem longas distâncias até se encontrarem, e durante esse percurso, adquirem características diferentes devido ao relevo, clima e tipos de rochas, que definem a coloração e a sedimentação de cada rio.

Perante essas considerações, em uma possível utilização do OA por professores de Biologia, seria importante realizar explicações sobre o motivo desses rios possuírem cores diferentes, pois sofrem influência dos locais de suas nascentes. Outro aspecto interessante para o debate se refere à cultura das lendas na Amazônia, que podem constituir importante ferramenta para o ensino-aprendizado, como defendido por Cardoso (2018). Segundo este autor, as lendas são narrativas com elementos fictícios, mas que exprimem histórias de vidas das aldeias e das comunidades ribeirinhas, podendo ajudar a entender a cultura local

da região.

Nos diálogos entre Iranir e os estudantes, é mencionada também a presença de outros aspectos do bioma Amazônia, apresentando conceitos como igapó e igarapé, que se relacionam com os conteúdos abordados no livro organizado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2008). Nesse livro, igapó é apresentado como a vegetação alagada próxima ao rio, e o caminho que água faz na vegetação é chamado de igarapé. Na conversa, Iranir faz uma analogia chamando de “estrada” o igarapé por onde passavam, pois são por eles que a população ribeirinha se movimenta em pequenas embarcações. A partir dos aspectos contemplados pelo OA, os professores podem discutir com os alunos não apenas esses conceitos, mas sobre as comunidades ribeirinhas e como estas se relacionam com o ambiente.

Além de ver questões naturais ligadas com os seres vivos, é importante destacar também aspectos socioculturais. No final do vídeo, Iranir conversa com os visitantes a respeito dos diversos usos das plantas da região, comentando sobre os diferentes usos do açaí e as plantas de uso medicinal, enfatizando a importância da copaíba e da carapanaúba, típicas dessa região, demonstrando que a cultura e a economia das comunidades ribeirinhas estão estritamente ligadas. De acordo com Lira e Chaves (2016), essas comunidades possuem populações com organização social tradicional e modo de vida ligado à dinâmica da natureza. A tradição permite a perpetuação dos conhecimentos populares, de geração em geração. Conforme Silva (2018), essa prática é chamada de Etnoconhecimento. E quando relacionado ao uso de plantas medicinais, chama-se de Etnobotânica. Ela permite que a comunidade aproveite todas as partes dos materiais vegetais (folhas, flores, frutos, sementes, cascas, raízes, talos, madeira, entre outros) para a produção de remédios caseiros.

A partir desse contexto, é possível discutir com os alunos sobre a importância do conhecimento popular nessas comunidades, pois este é necessário para a construção sociocultural de cada região. Ademais, em algumas regiões da Amazônia, existem poucos serviços de saúde e a presença do etnoconhecimento permite o uso de remédios à base plantas, que, quando bem preparados, possuem eficácia devido aos princípios ativos presentes. No que concerne aos documentos oficiais, percebe-se uma preocupação, nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Meio Ambiente (PCN Meio Ambiente), em trabalhar em sala de aula questões relacionadas aos saberes associados à biodiversidade, tendo em vista a importância dos usos dos suprimentos (como subsistência ou financeiramente) que ela proporciona sofre influência do regionalismo, das culturas tradicionais e dos costumes (BRASIL, 1997).

Os PCN do Ensino Médio também ressaltam a importância de valorização da pluralidade de saberes, a fim de que a discussão sobre essas vivências culturais também se faça presente nas escolas brasileiras (BRASIL, 1999). Dessa forma, reforça o aspecto de que o ambiente escolar faz parte de um contexto de diversidade cultural, que deve propiciar a

socialização dessas culturas, tornando esse ambiente favorável a todos os grupos culturais. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é outro documento que aborda a relevância das relações entre aspectos culturais, saberes não científicos e conhecimentos científicos, apontando a importância de “identificar a interferência de aspectos místicos e culturais nos conhecimentos do senso comum relacionados a aspectos biológicos” (BRASIL, 2017, p. 21). Nesse sentido, trabalhar assuntos relacionados às culturas e saberes tradicionais pode permitir aos estudantes um maior contato com a diversidade cultural do Brasil, sendo saberes que contribuem para o conhecimento da ciência, além de permitir a valorização dos grupos culturais, estimulando o respeito à diversidade.

- EPISÓDIO CAATINGA

No episódio sobre a Caatinga, os estudantes conhecem o Antônio, morador local que mostra alguns aspectos do bioma abordado ao longo de todo o vídeo. Os personagens conversam sobre as características do bioma, destacando se tratar de um tipo de floresta que só existe no Brasil, sobre a origem indígena do termo e a surpresa que tiveram em não encontrar uma vegetação “seca e pálida”, sendo esclarecido por Antônio que as plantas ficam com essa aparência na época de seca.

As informações apresentadas no OA vão ao encontro do que Sena (2011, p. 13) explica sobre a Caatinga: “a totalidade de seus limites encontra-se dentro do território brasileiro, ou seja, seu patrimônio biológico não é encontrado em nenhuma outra região do mundo”. Sobre esse conceito, a título de sugestão, poderia ser interessante que os professores abordassem a respeito do endemismo, mencionando grupos de seres vivos que estão presentes somente neste bioma, destacando o que o caracteriza como exclusivo do Brasil. Além disso, poderia ser interessante também esclarecer o que o torna único, utilizando como apoio, por exemplo, a Paleontologia, uma vez que as variações de clima (frio e quente), que ocorreram há milhares de anos, permitiram uma diversidade de animais e plantas peculiares. Nesse contexto, seria possível abrir espaço para discussões sobre o significado do nome Caatinga, que em tupi significa “mata branca”, devido ao aspecto de sua vegetação no tempo da seca, em que a maioria das árvores perde suas folhas, ficando com aparência esbranquiçada.

Sobre as peculiaridades deste bioma, Antônio explica para os estudantes as adaptações da vegetação do sertão, comentando como cactos e mandacarus conseguem suportar o clima seco da região, bem como sobre a sua importância para a cultura local. A partir desse trecho, é possível fazer uma abordagem interdisciplinar com a Geografia para explicar a influência do clima sobre as adaptações da vegetação, o que possibilita suportar a escassez de água. Essas adaptações, de acordo com Sena (2011), são chamadas de xeromorfismo, em que as plantas xerófitas expressam características anatômicas e fisiológicas que permitem suportar a seca e sobreviver nesse ambiente.

Antônio menciona a presença de espinhos como adaptação da planta mandacaru

e explica, em linguagem popular, a função dessa modificação. Desse modo, o professor poderia se apropriar desse trecho e trabalhar com os alunos questões relacionadas às modificações de folhas, que evitam a perda de água no processo de transpiração. Também poderia ser feita a exposição de outras adaptações, como as que Sena (2011) traz em seu livro, a exemplo da presença de folhas pequenas cobertas por camadas impermeáveis, estratégias de aceleração ou diminuição de ciclo de vida ou adiantamento da germinação para períodos mais úmidos, redução do período de floração e produção de sementes e sistemas complexos de raízes. Estas questões poderiam corroborar para um entendimento mais adequado a respeito da complexidade deste bioma.

No final do episódio, Antônio mostra um cordel feito por ele, contando a vida do sertanejo. De acordo com Santos (2016), a literatura de cordel tem como funções sociais: informar, formar, divertir, socializar ou poetizar algum tema. Valorizar esse tipo abordagem possibilita ao professor trabalhar com outras linguagens, permitindo relacionar Biologia e a Arte e ajudar na ressignificação de conceitos. Tendo em vista esse aspecto, é importante que o professor possa ir além dos conteúdos da Biologia, o que pode enriquecer as aulas, visto que exemplificar culturas diferentes pode suscitar discussões sobre o espaço em que estão inseridos.

Este ponto está de acordo com o que é posto pelos documentos, como por exemplo, os PCN, quando destacam a importância de os professores trabalharem elementos socioculturais no ensino de Biologia, tendo em vista ser necessário “reconhecer a Biologia como um fazer humano e, portanto, histórico, fruto da conjunção de fatores sociais, políticos, econômicos, culturais, religiosos e tecnológicos” (BRASIL, 1999, p. 21). Diante disso, abordar as manifestações artísticas numa perspectiva interdisciplinar pode ajudar a entender os conceitos biológicos, fortalecendo bases para uma educação emancipadora.

Corroborando a essa abordagem, o documento PCN Meio Ambiente enfatiza a relevância da interdisciplinaridade para a compreensão das questões ambientais, como exposto por este excerto: “aplicar um enfoque interdisciplinar, aproveitando o conteúdo específico de cada área, de modo que se consiga uma perspectiva global da questão ambiental” (BRASIL, 1997, p. 85). Assim, permite realizar uma abordagem integradora entre as questões ambientais e os conteúdos curriculares. Para isso, uma indicação para trabalhar o meio ambiente numa perspectiva interdisciplinar é por meio da Educação Ambiental.

Nesse sentido, é fundamental que os estudantes conheçam a importância de diversas manifestações artísticas, socioculturais e questões relacionadas à Educação Ambiental, fundamentais para a sua formação crítica e reflexiva. Esta forma de ensino interdisciplinar não funciona somente com uma disciplina a frente, visto que todas as áreas precisam trabalhar em conjunto, com planejamentos, modificações curriculares e também tempo, para que os professores consigam reorganizar o modelo educacional, a fim de que os efeitos dessa abordagem atinjam todas as disciplinas e contribuam de forma significativa

para a educação, valorizando também o uso das TIC nesse processo.

- EPISÓDIO MATA ATLÂNTICA

No episódio sobre a Mata Atlântica, os estudantes acompanham o botânico Carlos numa visita ao Parque Estadual da Serra do Mar, no estado de São Paulo. Conforme informações apresentadas no site do parque (disponível em: <http://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/pesm>), este espaço possui a maior porção contínua preservada de Mata Atlântica. Ao longo desse OA, Carlos conversa com os estudantes sobre a extensão e diversidade da mata Atlântica, destacando que se trata de um dos biomas de maior diversidade do planeta, indo do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, sendo mais úmido em regiões de altitude ou próximas ao mar e mais seco no interior. Ele explica também que esse bioma já foi bastante destruído, restando atualmente cerca de 7% de sua cobertura original.

A extensão do bioma apresentada no vídeo se aproxima do que está na literatura, pois segundo Campanili e Bertoldo (2010), esse bioma está localizado na extensão do nordeste, leste e sul do Brasil. Por ser um bioma de grande tamanho, possui conjuntos de formações florestais que constituem paisagens diferentes, sendo chamada pela personagem Marta como a “floresta das mil faces”. Como sugestão para possíveis trabalhos a serem realizados na escola, os professores poderiam se apropriar desse trecho para discussão com os alunos sobre os tipos de formações florísticas que compõem esse bioma, como a presença de campos naturais, restingas e manguezais. Esses tipos de vegetações, segundo Campanili e Bertoldo (2010), acontecem devido a vários fatores, tais como variações latitudinais, de altitudes, ao clima presente em cada região, influenciando diretamente nessas particularidades.

A explicação do personagem Carlos, quando ele comenta a respeito da porcentagem que resta da Mata Atlântica, está de acordo com o que o autor Almeida (2016) mostra em seu livro, como o fato de que a vegetação nativa da Mata Atlântica ocupa 27% da área original, cujas áreas bem conservadas não chegam a 8% da área original do bioma, sendo considerada uma das florestas com maior risco de extinção no planeta. Nesse sentido, colocamos como possível sugestão aos professores de Biologia, para utilização deste recurso, o trabalho com questões relacionadas ao desmatamento e outras atividades que podem provocar esses problemas ambientais, podendo suscitar, junto aos alunos, alternativas que visem melhorar essa condição, abordando também planos de conservação e recuperação da Mata Atlântica.

No episódio, também é mencionada a relação entre espécies de animais e vegetais, a qual também está ameaçada. O OA analisado remete a situações de interações ecológicas, e pode se tornar interessante para que o professor aborde, por exemplo, possíveis causas da diminuição do palmito e a redução da presença da ave jacutinga, mencionadas nos diálogos entre os personagens. As conversas, ao longo do vídeo, ressaltam a cooperação

entre animais e plantas, corroborando com o que é posto por Almeida (2016, p. 60): “na natureza, os dois mutualismos mais importantes, reunindo animais e plantas, são a polinização e a dispersão de sementes”. Nesse sentido, pode ser interessante o professor abordar, por exemplo, a importância da polinização de sementes para a manutenção das espécies, sejam vegetais e/ou animais, além de apresentar os mecanismos que as plantas desenvolveram para atrair os animais e assim facilitar o processo de polinização e dispersão de sementes, pois esses mecanismos fazem parte do processo de restauração/regeneração da mata.

Com relação às ações antrópicas que ameaçam a conservação ambiental e manutenção da vida no planeta, o documento Orientações Curriculares para o Ensino Médio orienta que: “formação ética e o pensamento crítico podem ser estimulados, em Biologia, pela exposição do aluno a questões como: apoiar ou não uma lei que prevê o desmatamento, [...] apoiar ou não a destruição de uma área” (BRASIL, 2006, p. 38). Partindo desse pressuposto, os professores podem suscitar debates sobre as leis que estão em vigor, para evitar crimes ambientais, além de dimensionar os riscos que os recursos naturais sofrem com essa prática.

O documento PCN Meio Ambiente sugere a abordagem, nas escolas, de pontos relacionados ao desmatamento: “ao estudar as transformações da paisagem, como cortes de taludes, construção de usinas, desmatamentos, entre outras, é interessante interpretar suas consequências para a dinâmica ambiental local” (BRASIL, 1997, p. 213). Conforme o texto, este tipo de iniciativa pode fomentar discussões sobre interesses econômicos, conflitos sociais e desequilíbrios nas relações ecológicas. Essas questões são importantes de serem trabalhadas em sala de aula, pois possibilitam aos alunos uma reflexão sobre as práticas em relação ao ambiente, podendo ajudar na construção de pensamentos mais sustentáveis, que se preocupam com as intervenções ambientais, mudando as futuras atuações com relação à natureza, contribuindo para uma formação ética.

- EPISÓDIO BIOMAS COSTEIROS - MANGUE

No episódio Biomas Costeiros (Mangue), os estudantes estão de férias e vão passear no litoral do município Picinguaba - SP. Eles estão sempre desbravando os lugares que frequentam, observam que um pescador está indo em direção ao mangue próximo à praia e o seguem. O pescador é Marquinhos, que faz parte de uma comunidade de catadores de caranguejos, e os leva para conhecer o mangue, mencionando aspectos desse bioma, como o odor característico, que se deve ao fato da matéria orgânica em decomposição, sendo abrigo e local de reprodução de diversas espécies de aves, peixes, crustáceos e moluscos. Ele explica também a importância das raízes para fixar, absorver água, nutrientes e oxigênio, sendo mencionadas na conversa as peculiaridades do mangue branco.

Nesse OA, é possível observar uma aproximação com o que é proposto no livro

“Atlas dos Manguezais”, por Novelli e Coelho Júnior (2018), os quais explicam que os detritos (compostos por biomassa, fitomassa e necromassa) constituem a matéria orgânica produzida no mangue a partir da serapilheira (agrupamento de folhas, flores, galhos e animais em decomposição). Levando em consideração o OA analisado, os professores podem trabalhar as diferenças entre os tipos de detritos mencionados, tendo em vista a importância dos mesmos para o equilíbrio da cadeia alimentar, podendo abordar conteúdos relacionados às interações ecológicas, pois a partir da decomposição da matéria orgânica tem-se uma série de relações ecológicas que estruturam a cadeia alimentar.

Em função da apresentação do mangue-branco no episódio, os professores ainda podem aproveitar o ensejo para diferenciar os tipos de mangue (branco, vermelho e preto) e os tipos de raízes presentes em cada um. Pois as raízes do mangue-branco são do tipo radial com pneumatóforos (raízes modificadas que crescem verticalmente, saindo do solo e se expondo ao ar) poucos desenvolvidos e em pouca quantidade, diferente das raízes radiais do mangue-preto, que são muitas. Já as raízes do mangue-vermelho são os rizóforos (raízes-escoras) que sustentam as árvores, partindo de troncos e galhos.

Ao longo do vídeo, também é mencionada a presença de bromélias, que de acordo com Padilha et al. (2016), estão presentes também em outros biomas, ocupando faixas de altitudes, do nível do mar e até extremos altitudinais, com variações de clima e topografia, possuindo uma importância ecológica, pois dentro delas ocorrem diferentes nichos, onde suas folhas e frutos servem de alimentos para insetos, herbívoros e humanos, além de fornecer proteção às espécies que moram dentro delas.

No final do episódio, Marquinhos apresenta alguns tipos de caranguejos, destacando as peculiaridades de cada um. Os conceitos mencionados nesse trecho estão relacionados com o que Novelli e Coelho Júnior (2018) abordam em seu livro, em que várias espécies de caranguejos podem ser vistas no mangue, como o chié ou chama-maré, o aratu ou maria-mulata, o guaiamu e o caranguejo-uçá, sendo que alguns desses crustáceos possuem hábitos de cavar galerias no lodo do mangue, onde se protegem de predadores e trocam sua carapaça para que possam continuar crescendo. A partir desse trecho, uma sugestão para os professores de Biologia seria uma abordagem sobre a diversidade dos caranguejos, a partir dos exemplos mencionados na conversa, correlacionando ao conteúdo de Artrópodes, pois a presença de muda é uma característica desse grupo de animais. Além do mais, por esse trecho do OA analisado, podem ser abordadas questões sobre a conservação e retirada desses animais no tempo e quantidade certa, pois as comunidades ribeirinhas dependem desse tipo de coleta, tanto para subsistência como para venda.

No que diz respeito ao tratamento desse assunto, poderia ser interessante que o professor abordasse, por exemplo, questões relacionadas ao período de defeso das espécies de caranguejo (período de caça, coleta e pesca são controladas na época de reprodução desses animais), o que pode corroborar no processo de sensibilização dos alunos para a importância socioambiental da proteção e conservação dessas espécies.

Um documento que pode subsidiar os professores sobre as questões socioambientais é o PCN Meio Ambiente, o qual também se preocupa com o desenvolvimento populacional e a intervenção na natureza: “À medida que a humanidade aumenta sua capacidade de intervir na natureza para satisfação de necessidades e desejos crescentes, surgem tensões e conflitos quanto ao uso do espaço e dos recursos” (BRASIL, 1997, p. 173).

Desse modo, o professor pode criar estratégias para apresentação e discussão das formas de manejo consideradas mais adequadas para a conservação dos recursos naturais, assim, os estudantes poderão perceber os limites da renovabilidade dos recursos naturais, e que as intervenções nos ecossistemas precisam de um cuidado para que as relações ecológicas não entrem em desequilíbrio, influenciando em todo o bioma. A BNCC também menciona a necessidade de abordar em sala de aula os efeitos das intervenções humanas no meio ambiente, como pode ser visto neste trecho: “Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida” (BRASIL, 2017, p. 557). Para isso, é necessário haver ações educativas e preventivas nas escolas ou na comunidade, que destaquem a importância do cuidado ao se realizar qualquer retirada no meio ambiente, proporcionando uma cooperação entre os interessados com a demanda de recursos naturais que a natureza disponibiliza.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das TIC no ensino tem ganhado força nas últimas décadas, contudo, ainda há dúvidas quanto ao processo de inserção na sala de aula. Nesse contexto, trabalhos dessa natureza, que analisam estes tipos de recurso, como o caso dos OA, elaborados com intencionalidade educativa, oferecem contribuições para que os educadores possam escolher de forma mais criteriosa os materiais passíveis de utilização, propondo estratégias consideradas diferenciadas para o ensino de Biologia. No que se refere aos OA analisados, estes permitem a abordagem sobre os biomas brasileiros, possibilitando não apenas o tratamento de aspectos biológicos, mas com potencial didático que se expande para conexões com outras disciplinas, realização de atividades interdisciplinares e propostas da Educação Ambiental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. S. **Recuperação Ambiental da Mata Atlântica**. Ilhéus: Editus, 2016.

BRAGA, J. **Objetos de Aprendizagem**: introdução e fundamentos. v. 2. Santo André: Ed. UFABC, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: meio ambiente. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Curricular Comum: educação é a base**. Brasília: MEC, 2017.

CAMPANILI, M; BERTOLDO, W. S. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental**. Brasília: MMA/SBF, 2010.

CARDOSO, S. F. **As lendas da Amazônia como recurso no ensino: aprendizagem intercultural de Português Língua Estrangeira**. 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado em Português Língua Segunda/ Língua Estrangeira) – Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 2018.

CARNEIRO, M. L. F; SILVEIRA, M. S. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. **Educar em Revista**, ed. esp., n. 4, p. 235-260, 2014.

COSTA, M. J. M. et al. Bibliotecas e Repositórios de Objetos de Aprendizagem: potencialidades para o processo de aprendizagem. **Revista Tecnologias na Educação**, v.22, n. 9, p. 1-16, 2017.

FRANZINELLI, E. Características morfológicas da confluência dos rios Negro e Solimões (Amazonas, Brasil). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 41, n. 4, p. 587-596, 2011.

GERALDI, L. M. A; BIZELLI, J.L. Tecnologias da informação e comunicação na educação: conceitos e definições. **Revista Política e Gestão Educacional**, v.0, n.18, p. 115-136, 2015.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e Ensino Presencial e a Distância**. Campinas: Papirus, 2003.

LIRA, T. M; CHAVES, M. P. S. R. Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política. **Interações**, v. 17, n. 1, p. 66 – 76, 2016.

NOVELLI, Y. S; COELHO JÚNIOR, C. Onde vivem os manguezais e porque são tão importantes. In: ICMBIO (Org.). **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: MMA/ICMBIO, 2018.

PADILHA, T. P. et al. Comunidade de bromélias epifíticas em um fragmento florestal urbano no sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 22, p. 82-100, 2016.

PNUMA. **Geo Amazônia: perspectivas do meio ambiente na Amazônia**. Brasília: OTCA, 2008.

SANTOS, G. M. Da Literatura de Cordel ao Imaginário da Modernidade: a criação do cangaceiro urbano. **Revista Sociopoética**, v. 1, n. 16, p. 130-150, 2016.

SENA, L. M. M. **Conheça e Conserve a Caatinga: O Bioma Caatinga**. Fortaleza: Associação da Caatinga, 2011.

SILVA, A. S. S. **Etnoconhecimento sobre plantas medicinais e inter-relações com o meio ambiente na comunidade do Catu, Ganguaretanna (RN, Brasil)**. 2018. 81 f. Dissertação (Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLÉCIO DANILO DIAS DA SILVA - Doutorando em Sistemática e Evolução pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN (2018). Especialista em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN (2017). Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo Instituto Federal do Rio Grande do Norte – IFRN (2019). Especialista em Tecnologias e Educação a Distância pela Faculdade São Luís – FSL (2020). Graduado em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Facex - UNIFACEX (2015). É revisor dos periódicos Hólos; Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar; Carpe Diem e Retratos da Escola. Tem vasta experiência em Zoologia de Invertebrados, Ecologia aplicada; Educação em Ciências e Educação Ambiental. Áreas de interesse: Fauna Edáfica; Taxonomia e Ecologia de Collembola; Ensino de Biodiversidade e Educação para Sustentabilidade.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aboboreira 124, 125

Áreas Naturais Protegidas 97, 98, 99, 100

Asparagina 1, 2, 3, 4, 7, 9

Aula Prática 173, 206, 209, 214

B

Bactérias 4, 5, 9, 14, 22, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 200

Bactérias Lácticas 42, 43, 45, 49

Bioestimulante 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

Bioética 151, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161, 162

Bioma Amazônico 2

Biomass Brasileiros 230, 232, 233, 240

Botânica 12, 25, 127, 129, 163, 164, 167, 168, 181, 183, 223, 224, 232

Bucha Vegetal 56, 58, 59, 63, 64, 65

C

Carotenoides 52

Celulase 16, 19, 20, 21, 22

Controle Biológico 28, 29, 30, 32, 37, 39

D

Desequilíbrio Ambiental 102, 103

Dignidade humana 151, 153, 155, 156, 157, 158, 160, 162

Divulgação Científica 199, 200, 202, 203, 204, 216, 217, 223, 224, 225, 227, 228

E

Educação Ambiental 97, 98, 99, 100, 102, 107, 108, 110, 183, 216, 218, 219, 221, 226, 227, 230, 232, 236, 240, 242

Enriquecimento Ambiental 140, 141, 142, 143, 144, 145

Ensino de biologia 227, 230

Ensino de ciências 164, 167, 182, 183, 184, 190, 191, 192, 204, 206, 208, 215, 223, 228, 229

Ensino Médio 148, 194, 199, 200, 203, 205, 215, 221, 227, 230, 233, 234, 238, 241

Estratégia Didática 163, 167, 170, 179

Etnoecologia 90, 97, 98, 99, 100, 101
Exopolissacarídeos 42, 43, 49
Experimentação 206, 209, 214, 215, 225, 229
Extrato de algas 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

F

Fermentação Líquida 16
Fontes de informação 194, 195, 197, 201, 204
Formicoidea 131, 132, 134
Frutossiltransferase 56, 57, 58, 62, 65, 66
Fungos Filamentosos 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 44

G

Genética Forense 147, 148
Giberelina 125

I

Índices Zootécnicos 140, 142, 143, 144
Inseticidas 29, 30, 31, 33, 36, 112, 113, 116, 119, 121, 122, 123
Investigação criminal 147, 148

J

Jogo 163, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192

L

Lewis 140, 141, 142, 143, 144
Lixeira Viciadas 102
Ludicidade 163, 166, 170, 175, 176, 185, 186, 191

M

Mata Atlântica 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 226, 227, 233, 237, 240, 241
Meio Ambiente 32, 40, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 226, 234, 236, 238, 240, 241
Microencapsulação 42, 43, 45, 49

P

PCR 40, 147, 148, 149, 150
PIBID 185, 186, 187, 191, 206, 207, 208, 209, 213, 215

Plantas Medicinais 68, 89, 90, 91, 92, 94, 96, 229, 234, 241

Polimorfismo 147, 148

Pragas 28, 29, 30, 31, 33, 34, 37, 39, 123, 126, 135, 137, 138, 139

R

Rede Social 194, 200, 201, 202

Resíduos Sólidos 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Resistência de plantas 123

S

Solo 1, 5, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 31, 35, 49, 108, 113, 114, 124, 125, 127, 130, 131, 132, 133, 136, 239

Substratos Agrícolas 16, 21, 24

T

Toxinas 29, 31, 32, 34, 35, 36

Ciências Biológicas *Realidades e Virtualidades*

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Biológicas *Realidades e Virtualidades*

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 