

**DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS**  
(Organizadora)

**Principais temas de  
investigação em**  
**CIÊNCIAS**  
**BIOLÓGICAS**

**DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS**  
(Organizadora)

**Principais temas de  
investigação em  
CIÊNCIAS  
BIOLÓGICAS**

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Ellen Andressa Kubisty

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



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

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

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

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

**Conselho Editorial**

**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Profª Drª Camila Pereira – Universidade Estadual de Londrina  
 Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto  
 Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
 Profª Drª Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes  
 Prof. Dr. Davi Oliveira Bizerril – Universidade de Fortaleza  
 Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
 Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
 Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
 Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
 Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
 Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
 Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
 Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
 Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
 Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
 Prof. Dr. Guillermo Alberto López – Instituto Federal da Bahia  
 Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
 Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
 Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
 Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
 Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Delta do Parnaíba–UFDPAr  
 Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
 Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe  
 Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
 Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
 Profª Drª Kelly Lopes de Araujo Appel – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal  
 Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá  
 Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Profª Drª Luciana Martins Zuliani – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
 Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
 Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
 Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
 Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
 Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins  
 Prof. Dr. Max da Silva Ferreira – Universidade do Grande Rio  
 Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
 Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
 Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará

Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Taísa Ceratti Treptow – Universidade Federal de Santa Maria

Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí

Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## Principais temas de investigação em ciências biológicas

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadora:** Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
P957	Principais temas de investigação em ciências biológicas / Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1408-7 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.087232006">https://doi.org/10.22533/at.ed.087232006</a>  1. Ciências biológicas. I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.  CDD 570
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

A grande área das ciências biológicas estuda a vida em todas as suas formas - desde os microrganismos até os mais complexos. Ela é alvo de importante pesquisa acadêmica, pois proporciona uma compreensão profunda da vida e dos fenômenos que a cercam. Com a utilização de técnicas avançadas e modernas, é possível estudar a diversidade dos seres vivos, suas funções e interações, comportamento e muito mais, o que possibilita o desenvolvimento de medicamentos e novas tecnologias que têm beneficiado a humanidade. Essa área oferece contribuições significativas para diversas áreas, como a saúde e a alimentação, desempenhando um papel fundamental na solução de desafios globais, como as mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade.

Nesta obra, “ Principais temas de investigação em Ciências Biológicas”, são apresentados trabalhos em diferentes temas dentro das Ciências Biológicas. São artigos científicos originais ou de revisão que discutem assuntos atuais, como as aplicações da inteligência artificial na conservação da biodiversidade amazônica; ou a diversidade da avifauna no manguezal e na encosta do Camaroeiro, em São Paulo; a utilização de medicina tradicional aplicada à zooterapia no estado do Ceará; competências apreendidas no ensino de botânica e modelos de jogos didáticos no ensino da mesma; e a relação entre polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) e a COVID-19.

A Atena Editora apresenta um corpo editorial que pertence às melhores universidades do Brasil para revisar suas obras, o que faz com que tenham qualidade e relevância, como esta que aqui está. Boa leitura!

Daniela Reis Joaquim de Freitas


**CAPÍTULO 1 ..... 1****A RELAÇÃO ENTRE POLIMORFISMOS DE NUCLEOTÍDEO ÚNICO (SNPs) E A COVID-19**

Marcos Jessé Abrahão Silva  
 Caroliny Soares Silva  
 Beatriz dos Reis Marcelino  
 Marcelo Cleyton da Silva Vieira  
 Everalda Cordeiro dos Santos  
 Jeanne Gonçalves Cabral  
 Rebecca Lobato Marinho  
 Karla Valéria Batista Lima  
 Luana Nepomuceno Gondim Costa Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320061>


**CAPÍTULO 2 ..... 12****AS APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA**

Mariana Vedovato Zuffi  
 Giovana Cunha Sales Veríssimo  
 Taynara Altair Ribeiro Bernardes  
 Ariane de Souza Siqueira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320062>


**CAPÍTULO 3 .....20****DIVERSIDADE DA AVIFAUNA NO MANGUEZAL E NA ENCOSTA DO CAMAROEIRO, CARAGUATATUBA – SP**




Nicolas Freitas Faria  
 Karolina Marie Alix Benedictte Van Sebroeck Dória

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320063>

**CAPÍTULO 4 .....28****THE USE OF TRADITIONAL MEDICINE APPLIED TO ZOOTHERAPY IN THE MUNICIPALITY OF ARARIPE – CE, BRAZIL**

Rodrigo de Sousa Rodrigues  
 Jeovane Henrique de Souza  
 Marcos Aurélio Figueiredo dos Santos  
 Luciano Temoteo dos Santos  
 Raquel Furtado dos Santos Moura  
 Maria Aparecida Barbosa Ferreira Gonçalves  
 Maria Aurea Soares de Oliveira  
 Cícero Jorge Verçosa  
 José Aglailson Oliveira da Anunciação  
 Verônica Lima da Silva  
 Julimery Gonçalves Ferreira Macedo  
 José Weverton Almeida-Bezerra

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320064>

<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>46</b>
INFORME SOBRE EL CONSUMO DOMÉSTICO Y LA HUELLA ECOLÓGICA, Y SU RELACIÓN CON LOS PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES	
Liliana Fernández Suárez	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320065">https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320065</a>	
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>57</b>
AS COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DA DOCÊNCIA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	
Rosi Maria Prestes	
Maria Cecília de Chiara Moço	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320066">https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320066</a>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>68</b>
MODELOS DE JOGOS DIDÁTICOS PARA ENSINO DE BOTÂNICA	
Ana Cláudia de Macêdo Vieira	
Mariana Aparecida de Almeida Souza	
Ana Paula Ribeiro de Carvalho Ferreira	
Thiago Eliezer Siqueira de Oliveira	
Gabriel Lima Prisco Madureira	
Sérgio Manuel Serra da Cruz	
Pedro Vieira Cruz	
Marco Antônio da Silva Vieira	
Ana Beatriz Dias de Lara Siqueira	
Gisele Macedo de Araujo	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320067">https://doi.org/10.22533/at.ed.0872320067</a>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA .....</b>	<b>84</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>85</b>

## A RELAÇÃO ENTRE POLIMORFISMOS DE NUCLEOTÍDEO ÚNICO (SNPS) E A COVID-19

---

*Data de submissão: 13/04/2023*

*Data de aceite: 02/06/2023*

### **Marcos Jessé Abrahão Silva**

Instituto Evandro Chagas (IEC),  
Ananindeua - Pará  
<http://lattes.cnpq.br/6159451262343720>

### **Caroliny Soares Silva**

Universidade do Estado do Pará (UEPA),  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/1125933440047319>

### **Beatriz dos Reis Marcelino**

Universidade do Estado do Pará (UEPA),  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/6708828002778508>

### **Marcelo Cleyton da Silva Vieira**

Universidade do Estado do Pará (UEPA),  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/0351467012019184>

### **Everaldina Cordeiro dos Santos**

Instituto Evandro Chagas (IEC),  
Laboratório de Biologia Molecular,  
Ananindeua – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/6858250270162217>

### **Jeanne Gonçalves Cabral**

Instituto Evandro Chagas (IEC),  
Laboratório de Biologia Molecular,  
Ananindeua – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/4196478475773103>

### **Rebecca Lobato Marinho**

Universidade do Estado do Pará (UEPA),  
Belém – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/7767071098251183>

### **Karla Valéria Batista Lima**

Instituto Evandro Chagas (IEC),  
Laboratório de Biologia Molecular,  
Ananindeua – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/9795461154139260>

### **Luana Nepomuceno Gondim Costa Lima**

Instituto Evandro Chagas (IEC),  
Laboratório de Biologia Molecular,  
Ananindeua – Pará  
<http://lattes.cnpq.br/7224464870209425>

**RESUMO:** Os polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) são mutações genéticas que em genes envolvidos na resposta imune podem desencadear respostas imunes e inflamatórias prejudicadas ou exacerbadas. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo revisar sobre a relação entre SNPs de genes candidatos envolvidos com a susceptibilidade e/ou progressão à doença por coronavírus 2019 (COVID-19), causada pelo coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2). Trata-se

de uma revisão integrativa da literatura conduzida através dos descritores: “Polimorfismo de Nucleotídeo Único”; “Imunogenética”; “COVID-19”; “SARS-COV-2”, em conjunto com operador booleano “AND”, nos bancos de dados PubMed e Lilacs no período de dezembro de 2019 a julho de 2022. Foram encontrados 15 artigos, os quais avaliavam os SNPs dos genes Receptor Toll-like (TLR) 3, TLR4, Interleucina (IL) - 6, IL-10, fator de necrose tumoral - alfa (TNF- $\alpha$ ), IL-4, IL-17A, Receptor de Vitamina D (VDR), enzima conversora de angiotensina tipo 2 (ECA2), Protease transmembrana serina 2 (TMPRSS2) e IL-28B relacionados com a COVID-19. As funções dos SNPs em cada gene citado foram expostas como forma de correlação com a apresentação final do papel deles na doença. Os genes envolvidos na resposta imune contra infecção por SARS-CoV-2 foram vistos neste trabalho como potenciais alvos na procura de biomarcadores genéticos, baseada nos seus SNPs, de modo que novos estudos os direcionando em outras partes do globo podem criar estratégias de diagnóstico, profilaxia e tratamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polimorfismo de nucleotídeo único; COVID-19; Imunogenética.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN SINGLE NUCLEOTIDE POLYMORPHISM (SNPS) AND COVID-19

**ABSTRACT:** Single nucleotide polymorphisms (SNPs) are genetic mutations that in genes involved in the immune response can trigger impaired or exacerbated immune and inflammatory responses. In this sense, this work aimed to review the relationship between SNPs of candidate genes involved with susceptibility and/or progression to coronavirus disease 2019 (COVID-19), caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV- two). This is an integrative literature review conducted through the descriptors: “Single Nucleotide Polymorphism”; “Immunogenetics”; “COVID-19”; “SARS-COV-2”, together with the Boolean operator “AND”, in the PubMed and Lilacs databases from December 2019 to July 2022. Fifteen articles were found, which evaluated the SNPs of the Toll-Receptor genes like (TLR) 3, TLR4, Interleukin (IL) - 6, IL-10, tumor necrosis factor - alpha (TNF- $\alpha$ ), IL-4, IL-17A, Vitamin D Receptor (VDR), Angiotensin Converting Enzyme 2 (ACE2), transmembrane serine protease 2 (TMPRSS2) and IL-28B related to COVID-19. The functions of the SNPs in each mentioned gene were exposed as a way of correlating with the final presentation of their role in the disease. The genes involved in the immune response against SARS-CoV-2 infection were seen in this work as potential targets in the search for genetic biomarkers, based on their SNPs, so that new studies targeting them in other parts of the globe can create diagnostic strategies, prophylaxis and treatment.

**KEYWORDS:** Single nucleotide polymorphism; COVID-19; Immunogenetics.

## 1 | INTRODUÇÃO

A doença por coronavírus 2019 (COVID-19) é uma patologia infecciosa causada pelo coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2) e já foi responsável por mais de 6 milhões de mortes mundialmente e cerca de 550 milhões de casos (OMS, 2022). As apresentações clínicas da doença são variáveis e cerca de 20% dos casos são

sintomáticos, de modo que a taxa de mortalidade varia entre os países. Uma das causas para este feito pode se concentrar em fatores genéticos do hospedeiro (HUANG *et al.*, 2020).

Nessa conjuntura, o grau de expressão de certos genes mostrou estar relacionado diretamente com a infecção por SARS-CoV-2. A averiguação de possíveis genes candidatos, principalmente, os de interesse imunogenético é de grande valia já que mutações nos genes envolvidos na resposta imune podem desencadear diferentes expressões gênicas, o que gera aspectos diferentes de susceptibilidade e/ou gravidade da doença (HUANG; WANG, 2021). Dentre os tipos de polimorfismos genéticos (mutações), os polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) correspondem a uma alteração pontual de uma base nucleotídica no gene (Adenina-A, Citosina-C, Guanina-G ou Timina-T) e são os mais frequentes no genoma humano. Eles variam de frequência e presença nos diversos tipos de população graças às exposições epigenéticas e ambientais do indivíduo (ao *background* genético) (GHANAVI *et al.*, 2020).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é relacionar SNPs de genes candidatos envolvidos com a susceptibilidade e/ou progressão à COVID-19 em humanos a partir de pesquisas já publicadas na literatura.

### 1.1 Receptor Toll-like 3 (TLR3)

Em um estudo italiano de caso-controle de Croci *et al.* (2021) realizado na população do mesmo país investigou o SNP rs3775291 (L412F), também chamado de C1235T, do gene TLR3 (localizado no cromossomo 4q.35.1) para a COVID-19. Nesse sentido, os autores encontraram associação significativa entre a presença do SNP e maior risco de COVID-19 severa em homens e impacto positivo direto deste polimorfismo sobre inibição da autofagia durante a resposta antiviral do hospedeiro (CROCI *et al.*, 2021). O SNP rs3775291 é uma mutação não-sinônima do tipo *missense* de C>T no resíduo 412 do éxon 4 do gene TLR3 que causa substituição de códon transformando aminoácido de Leucina (Leu) para Fenilalanina (Phe). Este polimorfismo tem efeitos negativos na capacidade de ligação de RNA de fita dupla (dsRNA) e na expressão da superfície celular de TLR3, mas não na modificação da expressão gênica (HABIBABADI *et al.*, 2020).

Em estudo egípcio de caso-controle de Alseoudy *et al.* (2022) realizado na população do mesmo país analisou a associação entre o SNP rs3775290 e a doença, no qual os indivíduos com genótipo mutante recessivo (T/T) demonstraram maior risco de desenvolver pneumonia por COVID-19, porém, sem associação significativa com mortalidade (ALSEOUDY *et al.*, 2022). O SNP rs3775290 (Phe459Phe) também conhecido como C1377T é uma mutação sinônima no éxon 4 do gene, responsável por ocasionar alteração de base de C>T, sem mudança de aminoácido de Phe no resíduo 459. Este polimorfismo detém função incerta na expressão e ativação de TLR3, mas supõe-se que ele leve à reduzida sinalização do receptor (SKEVAKI *et al.*, 2015).

## 1.2 Receptor Toll-like 4 (TLR4)

Estudo transversal egípcio de Taha *et al.* (2021) realizada na população deste país investigou os SNPs rs4986790 e rs4986791 de TLR4 para a severidade, progressão e tempestade de citocinas da doença em destaque. Os resultados dessa pesquisa concluíram que há associação significativa entre mortalidade, severidade e altos níveis de interleucina (IL) - 6, os quais foram correlacionados com a tempestade de citocinas, para quando os SNPs estavam presentes independentemente (TAHA *et al.*, 2021).

O SNP rs4986790 presente no éxon 3 de TLR4 (gene presente no cromossomo 9q.33.1), também conhecido como 896A/G, Asg299Gly ou D299G é uma mutação não sinônima do tipo *missense*, caracterizada por alteração de nucleotídeo A>G, a qual gera modificação de aminoácido de Asparagina (Asp) para Glicina (Gly) no resíduo 299. Este SNP rs4986790 é responsável por diminuir a expressão do receptor TLR4 em duas vezes, interferindo, assim, no reconhecimento de possíveis agentes invasores (SARLI *et al.*, 2017).

O SNP rs4986791 também chamado de Thr399Ile ou 1196C/T no éxon 3 é caracterizado por mutação não sinônima do tipo *missense*, devido à modificação de C>T com troca de aminoácido de Treonina (Thr) para Isoleucina (Ile) no códon 399. Como consequência, essa troca prejudica o domínio extracelular do receptor TLR4, sendo associada à hiporresponsividade à interação ligante e TLR4 (KIM *et al.*, 2012).

## 1.3 Enzima Conversora de Angiotensina tipo 2 (ECA2)

O estudo realizado por Alimoradi *et al.* (2022) analisou SNPs do gene ECA2 e observou que no rs2285666 (G8790A), o genótipo selvagem (GG) e o alelo G foram significativamente associados à prevalência e o ao risco de infecção por SARS-CoV-2, mas não foi significativamente associado ao agravamento da doença. Srivastava *et al.* (2020) analisaram a estrutura filogenética dos haplótipos derivados do mesmo SNP e mostraram uma correlação do alelo A com a menor taxa de infecção e a baixa taxa de letalidade entre as populações indianas. O gene ECA2 está localizado no cromossomo Xp22.2, e contém aproximadamente 2,4 kb e 18 éxons. O SNP rs2285666 é caracterizado pela mudança de G>A no nucleotídeo + 4 do íntron 3 do devido gene que causa alterações no splicing do RNA mensageiro (mRNA) e na expressão do gene ECA2 (SRIVASTAVA *et al.*, 2020; GOMÉZ *et al.*, 2020). Esta mutação resulta na maior expressão da proteína ECA2, aumentando a quantidade circulante no sangue de Angiotensina 1-7 e assim inibindo a vasoconstrição, resultando na diminuição de doenças cardiovasculares (YANG *et al.*, 2014).

O estudo de caso-controle realizado na Alemanha por Möhlendick *et al.* (2021), também analisando SNP rs2285666 do gene ECA2 para COVID-19 comparou pacientes positivos para SARS-CoV-2 com os negativos e verificou-se que aqueles indivíduos portadores de GG ou de alelos G na região rs2285666 em ECA2, obtiveram um risco de quase duas vezes maior de infecção por SARS-CoV-2. Além disso, nesse estudo também foi detectada uma associação significativa entre o risco da fatalidade por COVID-19 e o

genótipo GG (MOHLENDICK *et al.*, 2021).

Molina *et al.* (2022) realizaram um estudo com outros SNPs presentes no gene ECA2. O trabalho contou com a inclusão de 318 pacientes com resultado positivo para SARS-CoV-2. Foi constatado a heterozigosidade (G/A) presente nos SNPs rs2074192 e rs1978124 em mulheres sugere um efeito protetor (MOLINA *et al.*, 2022). O SNP rs1978124 consiste em uma modificação de base nucleotídica de A>G no íntron 1. O mecanismo envolvido na mudança da função da proteína ACE2 a partir da mutação do SNP rs1978124, pode estar relacionado com a eficiência do *splicing* de mRNA (intensificador ou silenciador) ou na regulação pós transcricional, no entanto ainda necessitam de mais investigações para o esclarecimento (PAN *et al.*, 2018). O SNP rs2074192 está localizado no íntron 16 e corresponde a uma modificação da base nucleotídica de G>A (PALMER, *et al.*, 2008). Chen *et al.* (2017) relata que a presença do alelo G foi associado com a menor circulação de Ang-1-7.

#### 1.4 Protease transmembrana serina 2 (TMPRSS2)

O *TMPRSS2* está localizado no cromossomo 21q22.3, mas diversos elementos expressos no cromossomo X podem influenciar na sua transcrição. O estudo de uma coorte alemã realizado por Schönfelder *et al.* (2021) investigou os SNPs rs2070788, rs383510 e rs1232970 no gene *TMPRSS2* para com a susceptibilidade à infecção por SARS-CoV-2 e o agravamento dos casos. Os resultados desta pesquisa demonstraram um aumento de 1,73 vezes no risco de infecção para portadores de CC na região rs383510 do gene *TMPRSS2*, no entanto não foi relacionado com a gravidade dos casos de COVID-19. Os demais SNPs analisados nesta pesquisa não tiveram associações significativas.

O SNP rs12329760 (c.478G>A, p.V160M) é descrito como uma mutação *missense* de C>T (PANIRI, *et al.*, 2020). Monticelli *et al.* (2021) relataram que o SNP rs12329760 possui efeito protetor sobre os pacientes. Isso ocorre devido a uma mutação *missense* que possui efeito desestabilizador na proteína codificada pelo *TMPRSS2*, que pertence a uma família de proteases de membrana, onde algumas estão envolvidas na infecção por SARS-CoV-2 (MONTICELLI, *et al.*, 2021). Essa modificação é descrita como prejudicial ao *TMPRSS2* e causa a substituição de uma valina conservada por uma metionina, afetando a sua atividade catalítica e lhe tornando menos capaz de mediar a entrada do SARS-CoV-2 nas células (DAVID *et al.*, 2022). O SNP rs383510 T>C (c.445+195A>G) localizado no íntron 5-6, está localizado em uma região reguladora putativa (SCHONFELDER *et al.*, 2021). O estudo realizado por Cheng *et al.* (2015) identificou que o rs383510 T regulava a expressão do *TMPRSS2*, onde o alelo T exibiu um nível transcricional mais elevado do que a variante C.

#### 1.5 Interleucina 17 ou Interleucina 17A (IL-17/IL-17A)

A expressão de IL-17 (ou IL-17A) resulta em indução à resposta pró-inflamatória,

sintomas inflamatórios sistêmicos e infiltração de células inflamatórias nos tecidos onde é expresso.

Os SNPs rs3819025 (G>A) e rs2275913 (G>A) presentes no gene *IL-17A* são SNPs onde há a mudança G>A, nas posições 52186476 e 52186235 respectivamente do cromossomo 6. O SNP rs3819025 causa uma variação em uma região intrônica, cuja presença do alelo G tem sido associada ao aumento da expressão tecidual desta citocina. Já o SNP rs2275913, que resulta em uma variante de 2 kilobases da região próxima a ponta 5' do gene, tem sido investigado em associação a desordens inflamatórias, porém, sem função ainda definida (MÁRQUEZ PETE *et al.*, 2021).

Um estudo envolvendo ambos os SNPs realizado por Azevedo *et al.* (2021) mostrou que o alelo G (genótipos GG e GA), respectivamente, nos SNPs rs3819025 e rs2275913 está relacionado a alta expressão de IL-17A no tecido pulmonar de indivíduos que morreram por COVID-19, embora pelo rs2275913 essa expressão tecidual tenha sido maior no genótipo GG (AZEVEDO *et al.*, 2021).

## 1.6 Interleucina 4 (IL-4)

O gene IL-4 está localizado no cromossomo 5q31.1. Em estudo de associação de genoma completo (GWAS), realizado por Paim *et al.* (2021) foi observado que o alelo T do SNP rs2070874 (C>T) apresentou uma frequência que variou de 14% a 76% em populações com altas taxas de infecção e mortalidade nos diferentes continentes estudados, indicando uma relação entre esse polimorfismo e o curso da COVID-19, a persistência do SARS-CoV-2 e a sua predominância em áreas específicas do globo terrestre (PAIM *et al.*, 2021). O SNP rs2070874 causa uma alteração na região não traduzida 5' (5' Prime UTR), que influencia na transcrição do gene.

## 1.7 Interleucina 6 (IL-6)

O gene da IL-6 está localizado no braço longo do cromossomo 7 (região 7p21). Em relação às variantes regulatórias genéticas que afetam os níveis basais de IL-6, especificamente em pacientes com COVID-19, o SNP 174 G/C (rs1800795) é uma variante que demonstrou afetar os níveis séricos de IL-6 em que o alelo C e o genótipo CC são relatados por conferir níveis elevados da própria citocina gerada e ter correlação com maior mortalidade (SMIESZEK *et al.*, 2021).

## 1.8 Interleucina 10 (IL-10)

O gene da IL-10 está localizado no cromossomo 1 (1q31-1q32) e apresenta três únicos SNPs na região promotora, dentre eles, um na posição -1082 G/A, o SNP rs1800896, o qual apresenta relação com a COVID-19. Uma análise das frequências dos polimorfismos de IL-10 identificou uma correlação positiva estatisticamente significativa entre a ocorrência do genótipo AG do *locus* rs1800896 e a prevalência de casos de COVID-19 (KARCIOGLU

### 1.9 Fator de necrose tumoral - alfa (TNF- $\alpha$ )

O gene TNF- $\alpha$  está localizado no braço curto do cromossomo 6 (p21). O genótipo AA do polimorfismo rs1800629 do TNF- $\alpha$  apresentou maior incidência da doença (susceptibilidade) em comparação aos demais genótipos. Quanto aos caracteres demográficos e laboratoriais, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os diferentes genótipos, exceto para idade, linfopenia, Proteína C Reativa (PCR) e níveis séricos de ferritina. O genótipo AA do TNF- $\alpha$  também está associado a um padrão mais agressivo da doença (SALEH *et al.*, 2020).

### 1.10 Receptor da Vitamina D (VDR)

O gene VDR está mapeado no braço longo do cromossomo 12, na região 12q13.11. Possui nove éxons distribuídos por ~100 Kb, cinco promotoras, oito éxons codificantes e seis éxons não traduzidos (CHAROENNGAM; HOLICK, 2020). Estudo de Abdollahzadeh *et al.* (2021) analisou a associação entre 8 polimorfismos do gene VDR e a gravidade da COVID-19 em uma população iraniana. Nesse sentido, eles obtiveram achados de associações significativas relacionadas a desfechos desfavoráveis para as seguintes variantes do gene, como: Apal (rs7975232), Tru9I (rs757343), CDX2 (rs11568820), FokI (rs2228570), EcoRV (rs4516035) (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2021).

Os SNPs Tru9I e Apal são responsáveis por modificar a estabilidade do RNA mensageiro (mRNA) codificado pelo gene VDR (ABDOLLAHZADEH *et al.*, 2021). A função do FokI neste gene consiste na tradução de uma proteína VDR com 3 aminoácidos mais longa, que é associada a uma atividade transcricional reduzida em 1,7 vezes (KÖSTNER *et al.*, 2009). No que se refere ao SNP CDX-2, ele está relacionado ao aumento da ligação à proteína CDX-2 e à atividade de transcrição do promotor de VDR (FANG *et al.*, 2003). No que tange ao EcoRV, este é um SNP de região reguladora que pode afetar a transcrição de VDR através de diferenças de ligação de fatores transcricionais (HALSALL *et al.*, 2004).

### 1.11 Interleucina 28B ou Interferon Lambda 3 (IL-28B/IFNL3)

O gene IFNL3 está presente no cromossomo 19 (q13.2) e possui 6 éxons. Em um estudo realizado no Irã em 2020 por Rahimi *et al.* (2021) com 750 pacientes com infecção por COVID-19, avaliando a associação entre os SNPs de IFNL3 e a resistência e suscetibilidade à infecção pela doença, demonstrou-se que a frequência dos genótipos protetores de SNPs do IFNL3 (rs12979860 CC, rs12980275 AA, rs8099917 TT) foi significativamente maior entre os pacientes sobreviventes (RAHIMI *et al.*, 2021). Os SNPs rs12979860, rs12980275 e rs8099917 ainda tem função incerta na expressão gênica (ECHEVERRÍA *et al.*, 2018).

## 2 | CONCLUSÃO

Os estudos sobre os SNPs são importantes, pois eles podem fornecer informações sobre as possíveis respostas dos indivíduos a certos tratamentos ou drogas e suscetibilidade a elementos, como patógenos infecciosos. No caso da infecção por SARS-CoV-2, SNPs de genes envolvidos na resposta imune do hospedeiro, sobretudo, IL-6, IL-10, TNF- $\alpha$ , IL-4, IL-17A, VDR, ECA2, TMPRSS2, IL-28B, TLR3 e TLR4 foram descritos pela influência direta de suas atividades na COVID-19. Logo, novos estudos direcionados a estes SNPs dos genes em destaque sob populações de diferentes partes do globo podem agregar novas técnicas preditivas e opções terapêuticas e profiláticas para com a doença.

## REFERÊNCIAS

- ABDOLLAHZADEH, R. *et al.* **Association of Vitamin D receptor gene polymorphisms and clinical/severe outcomes of COVID-19 patients.** Infection, Genetics and Evolution, v. 96, p. 105098, dez. 2021.
- ALSEOUDY, M. M. *et al.* **Prognostic impact of toll-like receptors gene polymorphism on outcome of COVID-19 pneumonia: A case-control study.** Clinical immunology (Orlando, Fla.), v. 235, p. 108929, fev. 2022.
- ALIMORADI, N. *et al.* **SNPs of ACE1 (rs4343) and ACE2 (rs2285666) genes are linked to SARS-CoV-2 infection but not with the severity of disease.** Virology Journal, v. 19, n. 1, p. 1-9, 19 mar. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12985-022-01782-6>.
- AZEVEDO, M. L. V. *et al.* **Lung neutrophilic recruitment and IL-8/IL-17A tissue expression in COVID-19.** Frontiers in immunology, v. 12, p. 656350, 2021.
- CHAROENNGAM, Nipith; HOLICK, Michael F. **Immunologic effects of vitamin D on human health and disease.** Nutrients, v. 12, n. 7, p. 2097, 2020.
- CHEN, Y. Y. *et al.* **Relationship between genetic variants of ACE 2 gene and circulating levels of ACE 2 and its metabolites.** Journal Of Clinical Pharmacy And Therapeutics, [S.L.], v. 43, n. 2, p. 189-195, 11 set. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jcpt.12625>.
- CHENG, Z. *et al.* **Identification ofTMPRSS2as a Susceptibility Gene for Severe 2009 Pandemic A(H1N1) Influenza and A(H7N9) Influenza.** Journal Of Infectious Diseases, [S.L.], v. 212, n. 8, p. 1214-1221, 22 abr. 2015. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/infdis/jiv246>.
- CROCI, S. *et al.* **The polymorphism L412F in TLR3 inhibits autophagy and is a marker of severe COVID-19 in males.** Autophagy, p. 1–11, 29 dez. 2021.
- DAVID, A. *et al.* **A common TMPRSS2 variant has a protective effect against severe COVID-19.** Current Research In Translational Medicine, [S.L.], v. 70, n. 2, p. 1-21, maio 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.retram.2022.103333>.

ECHEVERRÍA, N. *et al.* **IL28B gene polymorphism rs12979860, but not rs8099917, contributes to the occurrence of chronic HCV infection in Uruguayan patients.** *Virology Journal*, v. 15, p. 40, 2 mar. 2018.

FANG, Y. *et al.* **Cdx-2 polymorphism in the promoter region of the human vitamin D receptor gene determines susceptibility to fracture in the elderly.** *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, v. 18, n. 9, p. 1632–1641, set. 2003.

GHANAVI, J. *et al.* **Human genetic background in susceptibility to tuberculosis.** *International Journal of Mycobacteriology*, v. 9, n. 3, p. 239, 2020.

GÓMEZ, J. *et al.* **Angiotensin-converting enzymes (ACE, ACE2) gene variants and COVID-19 outcome.** *Gene*, v. 762, p. 145102, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gene.2020.145102>.

HABIBABADI, H. M. *et al.* **Association of TLR3 single nucleotide polymorphisms with susceptibility to HTLV-1 infection in Iranian asymptomatic blood donors.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 53, p. e20200026, 2020.

HALSALL, J. A. *et al.* **A novel polymorphism in the 1A promoter region of the vitamin D receptor is associated with altered susceptibility and prognosis in malignant melanoma.** *British Journal of Cancer*, v. 91, n. 4, p. 765–770, 16 ago. 2004.

HUANG, C. *et al.* **Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China.** *Lancet* (London, England), v. 395, n. 10223, p. 497–506, 15 fev. 2020.

HUANG, S.-W.; WANG, S.-F. **SARS-CoV-2 Entry Related Viral and Host Genetic Variations: Implications on COVID-19 Severity, Immune Escape, and Infectivity.** *International Journal of Molecular Sciences*, v. 22, n. 6, p. 3060, 17 mar. 2021.

KARCIOGLU BATUR, L.; HEKIM, N. **Correlation between interleukin gene polymorphisms and current prevalence and mortality rates due to novel coronavirus disease 2019 (COVID-2019) in 23 countries.** *Journal of Medical Virology*, v. 93, n. 10, p. 5853–5863, 1 out. 2021.

KIM, E. J. *et al.* **Association Between Toll-Like Receptors/CD14 Gene Polymorphisms and Inflammatory Bowel Disease in Korean Population.** *Journal of Korean Medical Science*, v. 27, n. 1, p. 72–77, jan. 2012.

KÖSTNER, K. *et al.* **The relevance of vitamin D receptor (VDR) gene polymorphisms for cancer: a review of the literature.** *Anticancer research*, v. 29, n. 9, p. 3511–3536, set. 2009.

MÁRQUEZ PETE, N. *et al.* **Influence of the FCGR2A rs1801274 and FCGR3A rs396991 Polymorphisms on Response to Abatacept in Patients with Rheumatoid Arthritis.** *Journal of Personalized Medicine*, v. 11, n. 6, p. 573, 18 jun. 2021.

MÖHLENDICK, B. *et al.* **ACE2 polymorphism and susceptibility for SARS-CoV-2 infection and severity of COVID-19.** *Pharmacogenetics And Genomics*, v. 31, n. 8, p. 165–171, 14 maio 2021. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).

MOLINA, M. S. *et al.* **Polymorphisms in ACE, ACE2, AGTR1 genes and severity of COVID-19 disease.** Plos One, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 1-14, 4 fev. 2022. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0263140>.

MONTICELLI, M. *et al.* **Protective Role of a TMPRSS2 Variant on Severe COVID-19 Outcome in Young Males and Elderly Women.** Genes, v. 12, n. 4, p. 1-15, 19 abr. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/genes12040596>.

MOLINA, M. S. *et al.* **Polymorphisms in ACE, ACE2, AGTR1 genes and severity of COVID-19 disease.** Plos One, v. 17, n. 2, p. 1-14, 4 fev. 2022. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0263140>.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard.** Disponível em: <<https://covid19.who.int>>. Acesso em: 14 maio. 2022.

PAIM, A. A. O. *et al.* **Will a little change do you good? A putative role of polymorphisms in COVID-19.** Immunology Letters, v. 235, p. 9–14, 2021.

PALMER, B. R. *et al.* **Angiotensin-converting enzyme 2 A1075G polymorphism is associated with survival in an acute coronary syndromes cohort.** American Heart Journal, [S.L.], v. 156, n. 4, p. 752-758, out. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ahj.2008.06.013>.

PAN, Y. *et al.* **Association of ACE2 polymorphisms with susceptibility to essential hypertension and dyslipidemia in Xinjiang, China.** Lipids In Health And Disease, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 1-9, 20 out. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12944-018-0890-6>.

PANIRI, A. *et al.* **First comprehensive computational analysis of functional consequences of TMPRSS2 SNPs in susceptibility to SARS-CoV-2 among different populations.** Journal Of Biomolecular Structure And Dynamics, [S.L.], v. 39, n. 10, p. 3576-3593, 1 jun. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/07391102.2020.1767690>.

RAHIMI, P. *et al.* **The association between interferon lambda 3 and 4 gene single-nucleotide polymorphisms and the recovery of COVID-19 patients.** Virology Journal, v. 18, n. 1, p. 221, dez. 2021.

SARLI, A. *et al.* **Investigation of associations of ARMS2, CD14, and TLR4 gene polymorphisms with wet age-related macular degeneration in a Greek population.** Clinical Ophthalmology, v. Volume 11, p. 1347–1358, jul. 2017.

SCHÖNFELDER, K. *et al.* **Transmembrane serine protease 2 Polymorphisms and Susceptibility to Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus Type 2 Infection: a german case-control study.** Frontiers In Genetics, v. 12, p. 1-6, 21 abr. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2021.667231>.

SKEVAKI, C. *et al.* **Single nucleotide polymorphisms of Toll-like receptors and susceptibility to infectious diseases.** Clinical and Experimental Immunology, v. 180, n. 2, p. 165–177, 14 abr. 2015.

SMIESZEK, S. P. *et al.* **Assessing the potential correlation of polymorphisms in the IL6R with relative IL6 elevation in severely ill COVID-19 patients.** Cytokine, v. 148, p. 155662, 1 dez. 2021.

SRIVASTAVA, A. *et al.* **Genetic Association of ACE2 rs2285666 Polymorphism With COVID-19 Spatial Distribution in India.** *Frontiers In Genetics*, [S.L.], v. 11, p. 1-6, 25 set. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fgene.2020.564741>.

TAHA, S. I. *et al.* **Toll-Like Receptor 4 Polymorphisms (896A/G and 1196C/T) as an Indicator of COVID-19 Severity in a Convenience Sample of Egyptian Patients.** *Journal of inflammation research*, v. 14, p. 6293–6303, 27 nov. 2021.

YANG, M. *et al.* **The association between angiotensin-converting enzyme 2 polymorphisms and essential hypertension risk: a meta-analysis involving 14,122 patients.** *Journal Of The Renin-Angiotensin-Aldosterone System*, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 1240-1244, 17 set. 2014. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1177/1470320314549221>.

# AS APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA

---

*Data de submissão: 12/05/2023*

*Data de aceite: 02/06/2023*

### **Mariana Vedovato Zuffi**

Eseba: Escola de Educação Básica da  
UFU  
Uberlândia-MG  
<http://lattes.cnpq.br/4070864876001069>

### **Giovana Cunha Sales Veríssimo**

Eseba: Escola de Educação Básica da  
UFU  
Uberlândia-MG  
<http://lattes.cnpq.br/2437476443293080>

### **Taynara Altair Ribeiro Bernardes**

Uberlândia-MG  
<http://lattes.cnpq.br/6854109141883727>

### **Ariane de Souza Siqueira**

Uberlândia-MG  
<http://lattes.cnpq.br/2776300653391044>

**RESUMO:**A Biodiversidade trata da diversidade de vida em todos os ecossistemas existentes desempenhando funções importantes, e sua perda pode afetar na manutenção dos ecossistemas e toda forma de vida. A Amazônia é considerada como o centro da biodiversidade possuindo um quarto das espécies terrestres do planeta. No ano de 2019 o número de queimadas cresceu

bastante no ecossistema amazônico, sendo o terceiro ano com o maior foco registrado, alguma ações comprometedoras para a perda deste ecossistema também tem sido o desmatamento e a caça ilegal. O avanço das tecnologias têm facilitado bastante na informação e resolução de problemas, neste sentido a hipótese é que as tecnologias como a Inteligência Artificial podem auxiliar na identificação de anormalidades na Amazônia e assim propor ações para a sua conservação. O presente trabalho teve como coleta de dados pesquisas na bibliografia e mídias digitais. Para o desenvolvimento do trabalho foram realizados encontros semanais virtualmente onde nossas dúvidas e avanços foram compartilhados, a cada encontro avaliávamos o avanço do projeto e discutíamos os textos que pesquisávamos. Para melhor representar a biodiversidade amazônica foram confeccionadas quatro maquetes sendo uma para o ecossistema amazônico, uma para as queimadas, uma para o desmatamento e por fim uma do planeta Terra. Usando as tecnologias digitais foram listados diferentes aplicativos que vão de identificação de anormalidades até ações para a conservação do ecossistema amazônico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Amazônia,

## THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) IN THE CONSERVATION OF THE AMAZON BIODIVERSITY

**ABSTRACT:** Biodiversity deals with the diversity of life in all existing ecosystems, performing important functions, and its loss can affect the maintenance of ecosystems and all forms of life. The Amazon is considered to be the center of biodiversity, having a quarter of the planet's terrestrial species. In 2019, the number of forest fires grew considerably in the Amazon ecosystem, and the third year with the highest recorded focus, some actions that compromise the loss of this ecosystem have also been deforestation and illegal hunting. The advancement of technologies has greatly facilitated information and problem solving, in this sense the hypothesis is that technologies such as Artificial Intelligence can assist in the identification of abnormalities in the Amazon and thus propose actions for their conservation. The present work had as data collection searches in bibliography and digital media. For the development of the work, weekly meetings were held virtually where our doubts and advances were shared, at each meeting we evaluated the progress of the project and discussed the texts we researched. In order to better represent the Amazonian biodiversity, four models were made, one for the Amazon ecosystem, one for burning, one for deforestation and finally one for planet Earth. Using digital technologies, different applications were listed, ranging from the identification of abnormalities to actions for the conservation of the Amazon ecosystem.

**KEYWORDS:** Amazon, Conservation, Artificial Intelligence (AI).

## 1 | INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A Biodiversidade é um patrimônio natural da Terra que desempenha funções importantes, e sua perda pode afetar na manutenção dos ecossistemas e de toda forma de vida. O avanço das tecnologias digitais tem facilitado a comunicação, obtenção de informações e resolução de problemas, assim, tecnologias emergentes como a Inteligência Artificial (IA) estão se propagando fortemente. A Amazônia é considerada como um repositório da biodiversidade para toda humanidade sendo importante na sustentação de vários ecossistemas, ela abriga espécies endêmicas, espécies ameaçadas de extinção e muitas espécies que são desconhecidas. A região deste ecossistema chega a abrigar no mundo 40% da floresta tropical e 25% da biodiversidade terrestre, incluindo as espécies aquáticas. Nesse sentido as tecnologias digitais como a Inteligência Artificial (IA) podem ser utilizadas com foco na preservação e proteção da biodiversidade amazônica.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa foram estabelecidos como objetivos específicos:

1. Realizar pesquisa na literatura científica sobre a biodiversidade amazônica.
2. Investigar, utilizando mídias digitais, como a Inteligência Artificial (IA) tem sido empregada na identificação de anormalidades, assim como as ações que estão sendo tomadas para a sua conservação

3. Confeccionar quatro maquetes representando a biodiversidade amazônica.

## 2 | REVISÃO DA LITERATURA

A Biodiversidade trata da diversidade de vida em todos os ecossistemas existentes, seja no mais profundo oceano ou no topo das mais altas montanhas. O conceito de biodiversidade não se refere apenas ao número de organismos existentes em um determinado local, mas também, pela variedade genética e de funções ecológicas desempenhadas pelas diferentes espécies.

A Amazônia é uma das poucas áreas florestais remanescentes e abriga cerca de um quarto das espécies terrestres do planeta. Essa biodiversidade é importante para o mundo inteiro. (“A importância fundamental da biodiversidade da Amazônia para o mundo ...”) Todas as espécies deste sistema incrivelmente biodiverso representam soluções para um conjunto de desafios biológicos; podem ter um potencial transformador e gerar benefícios para toda a humanidade. (LOVEJOY, 2019).

Os impactos da perda de biodiversidade não afeta apenas os ecossistemas naturais, mas também tem afetado a economia mundial, reduzindo a segurança alimentar e facilitado o maior contato com doenças. A alteração do clima deixando-o imprevisível e a perda de meios de subsistência também são impactos relacionados à perda de biodiversidade.

A Amazônia, que tem 60% de sua área no Brasil, é a maior floresta tropical do mundo. (“Qual que é a maior floresta tropical do mundo?”) É considerada um grande centro de biodiversidade, com muitas plantas e animais que só podem ser encontrados ali. (SPRING, 2019). Nesse sentido, há meios tecnológicos que auxiliam na identificação de queimadas na Amazônia, e assim propõem ações para a sua conservação.

Nesse sentido, o projeto configura-se em uma exploração da biodiversidade, buscando conhecer o ecossistema amazônico a partir da produção de conhecimentos que poderão subsidiar acesso a sociedade sobre a sua importância.

## 3 | METODOLOGIA

A pesquisa apresentou um caráter exploratório com uma abordagem qualitativa e quantitativa. Os procedimentos para a coleta de dados partiu de pesquisas na literatura científica sobre o ecossistema amazônico.

Devido ao momento de isolamento social, para elaborar e desenvolver o presente trabalho, nossas reuniões ocorreram semanalmente, de forma virtual. Iniciamos nossos encontros no início de abril de 2020.

Para melhor representação do ecossistema amazônico elaboramos quatro maquetes, sendo uma para a floresta amazônica, uma para as queimadas, uma para o desmatamento e por fim uma representando o planeta Terra dando ênfase a localização na Amazônia. Os

materiais utilizados para criação das maquetes foram definidos em reuniões coletivas após experimentações realizadas individualmente. Para a construção das maquetes utilizamos os seguintes materiais: 3 caixa de papelão para a base da maquete; Gravetos; Tintas nas cores azul, amarelo, branco, laranja, marrom, preto, vermelho e verde; Papel crepom na cor azul e papel filipinho na cor azul; Buchas de lavar louça; Bonecos e carrinhos de plástico; Isopor; Massa de biscuit.

Foram utilizados diferentes materiais para as confecções, primeiramente as três (Floresta amazônica, queimadas e desmatamento) utilizaram como base caixas de papelão.

Representando a floresta amazônica foram utilizadas buchas de louça caracterizando as folhas, gravetos como base das árvores e tinta verde-musgo para dar cor às folhas, e para representar o rio foi aproveitado papel crepom em cor azul.

Na maquete das queimadas dando evidência ao fogo se espalhando pela floresta foram reutilizados enfeites na cor vermelha caracterizando as folhas em chamas e gravetos tanto em pé e deitados representando os troncos das árvores. Já na base da maquete foi utilizando tinta na cor marrom dando indício a floresta pós queimadas e, na tinta de cor azul juntamente com o marrom foi representado também o rio em meio às queimadas.

Na maquete do desmatamento foi utilizado folhas de jornal e durex para fazer os tocos e raízes das árvores. Para dar cor a base, os tocos, as raízes das árvores e pedaços de galhos cortados imitando os troncos derrubados foi utilizada a tinta na cor marrom. Além do mais utilizamos pedacinhos de carvão queimado misturando novamente com tinta para simular as queimadas, e incluímos bonecos de plásticos e um caminhãozinho para simular a ação do desmatamento.

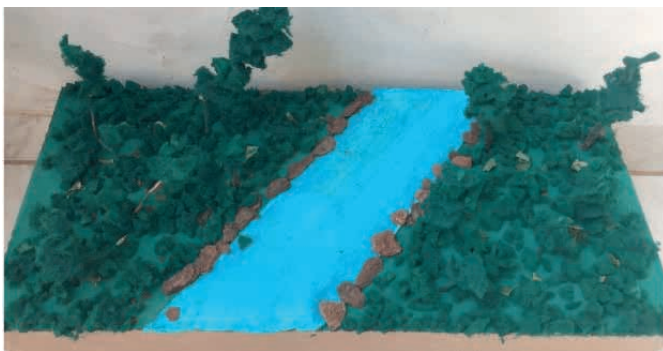
Por fim foi confeccionado a maquete do planeta Terra dando destaque a localização da floresta amazônica. Nesta maquete foram utilizados uma bola de isopor e massa de biscuit nas seguintes cores: azul destacando o mar; verde para os continentes Americanos e floresta Amazônica, branco para os continentes da Antártida e Polo norte, e por fim vermelho, amarelo, preto e laranja para os continentes Asiático, Africano, Europeu e Oceania. Cada continente foi moldado e colocado em sua real localização e acrescentados os nomes para a sua identificação. Por fim foi confeccionado a maquete do planeta Terra dando destaque a localização da floresta amazônica. Nesta maquete foram utilizados uma bola de isopor e massa de biscuit nas seguintes cores: azul destacando o mar; verde para os continentes Americanos e floresta Amazônica, branco para os continentes da Antártida e Polo norte, e por fim vermelho, amarelo, preto e laranja para os continentes Asiático, Africano, Europeu e Oceania. Cada continente foi moldado e colocado em sua real localização e acrescentados os nomes para a sua identificação.

Para investigar como a inteligência artificial tem sido empregada na preservação da biodiversidade amazônica, realizamos um levantamento de trabalhos científicos publicados em portais de notícias brasileiras. Após leitura das matérias, listamos as principais

aplicações da IA no ecossistema amazônico.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os dois primeiros meses de pesquisa realizamos a leitura de diferentes matérias sobre o ecossistema amazônico e as causas da sua perda, a cada reunião compartilhávamos diferentes trabalhos em que abordava as diferentes causas. Com a leitura e discussão coletiva dos trabalhos científicos pudemos conhecer o ecossistema, a sua importância e as recorrentes causas da sua perda, a partir disso confeccionamos quatro maquetes para representá-lo (Figura 1,2,3,4 e 5).



**Figura 1.** Maquete da Floresta Amazônica (Fonte: arquivo dos autores)



**Figura 2.** Maquete das queimadas (Fonte: arquivo dos autores)



**Figura 3.** Maquete do desmatamento (Fonte: arquivo dos autores)



**Figura 4 - 5.** Maquete do planeta Terra (Fonte: arquivo dos autores.)

Realizamos leituras de diferentes matérias que relacionavam a biodiversidade amazônica à inteligência artificial (IA), que nos levaram a agrupar o uso da IA em duas aplicações: identificação de anormalidades na Amazônia e ações de preservação da floresta amazônica. Os aplicativos e projetos foram listados e inseridos na tabela a seguir que apresenta as principais técnicas desenvolvidas para cada tipo de aplicação da IA.

<b>APLICAÇÃO</b>
<b>Identificação de anomalias na Amazônia (desmatamento, incêndios, ruídos suspeitos)</b>
<b>TÉCNICAS</b>
Plataforma de inteligência artificial TensorFlow, onde utiliza celulares antigos para detectar sons de motosserras ou ruídos suspeitos. Com isso, os aparelhos posicionados no meio da mata conseguem alertar as autoridades que policiam a área afetada (Celulares usados são posicionados estrategicamente em árvores para monitorar barulho na mata).
Projeto da fundação Rainforest Connection, plataforma TensorFlow desenvolvida pelo Google.
<b>APLICAÇÃO</b>

<b>Ações de preservação da floresta Amazônica</b>
<b>TÉCNICAS</b>
O protótipo de um aplicativo chamado <i>GreenBaby</i> possibilita que usuários do mundo inteiro possam adotar árvores que serão plantadas e cuidadas na Reserva Extrativista - (Resex Tapajós - Arapiuns). A partir do aplicativo será possível contribuir com o reflorestamento da Amazônia, preservação de espécies nativas e o desenvolvimento sustentável. O usuário que adotar uma árvore terá que contribuir com um valor anual. Do dinheiro arrecadado, 60% serão destinados para os moradores da Resex fazerem a manutenção das árvores e 40% para o projeto investir em novas tecnologias.
As alunas do ensino médio, Sara Siuffi, Larissa Miléo, Aléssia Pinheiro, Andressa Azevedo e Waykyru, sob coordenação da professora de informática, a mestre em engenharia elétrica Marialina Corrêa Sobrinho.

**Quadro 1.** Inteligência Artificial na conservação da Biodiversidade Amazônica.

Fonte: G1 e Terra e Economia (2020).

## 5 | CONCLUSÕES

O trabalho em equipe está concluído! Alcançamos todos os objetivos que foram traçados. Devido o momento atual que estamos vivendo enfrentamos muitas dificuldades para chegar até aqui pois tivemos que aprender como trabalhar de forma virtual, acessando aplicativos, plataformas e recursos digitais até então desconhecidos por nós.

Ao desenvolver da pesquisa adquirimos muitas experiências, onde cada integrante do grupo não só compartilharam as ideias mas ensinou uma a outra como trabalhar em equipe na atual situação que estamos. A partir do desenvolvimento da pesquisa esperamos que a sociedade tenha acesso ao conteúdo elaborado e as demais confecções, prestando de recurso didático para o ensino.

## REFERÊNCIAS

LOVEJOY – Thomas – A importância da biodiversidade Amazônica para o mundo: uma entrevista com Thomas Lovejoy - Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/news/feature/2019/05/22/why-the-amazons-biodiversity-is-critical-for-the-globe> – acesso em: 23 jun. The Word Bank

SPRING – Jake – Porque os incêndios da Amazônia geraram uma crise no Brasil e no mundo? Disponível em: <https://exame.com/brasil/por-que-os-incendios-da-amazonia-geraram-uma-crise-no-brasil-e-no-mundo/> - Acesso em 25.05.2020.

LIMA – Karla – Estudantes criam do PA criam aplicativo que ajuda reflorestamento da Amazônia – Disponível em: <http://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/2014/05/estudantes-do-pa-criam-aplicativo-que-ajuda-reflorestamento-da-amazonia.html> - Acesso em 14-04-2020

CAETANO – Rodrigo – Inteligência Artificial a favor da floresta – Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/inteligencia-artificial-a-favor-da-floresta/> - Acesso em 14-04-2020

# DIVERSIDADE DA AVIFAUNA NO MANGUEZAL E NA ENCOSTA DO CAMAROEIRO, CARAGUATATUBA – SP

*Data de aceite: 02/06/2023*

**Nicolas Freitas Faria**

Centro Universitário Módulo, Rua Maria D'Assumpção Carvalho, 1000, Martim de Sá - 11642-047 – Caraguatatuba - SP, Brasil

**Karolina Marie Alix Benedictte Van Sebroeck Dória**

Centro Universitário Módulo, Rua Maria D'Assumpção Carvalho, 1000, Martim de Sá - 11642-047 – Caraguatatuba - SP, Brasil

**RESUMO:** Nos últimos anos, o turismo tem se intensificado em áreas litorâneas, com isso, a mata atlântica sofre com a intervenção e fragmentação da paisagem, restando pequenos fragmentos florestais, o que, ocasionalmente, afeta populações de aves que antes utilizavam esses espaços como refúgio e abrigo. O objetivo deste trabalho foi verificar a riqueza, abundância e diversidade da avifauna no mangue e na encosta do Camaroeiro, em Caraguatatuba-SP. Foram estudadas duas fitofisionomias, a saber: o manguezal e a encosta, através da interação das aves com o ambiente. Os registros totalizaram 2300 indivíduos, pertencentes à 46 espécies, distribuídas

em 24 famílias. Não foram registradas espécies em nenhum nível de ameaça de extinção pela IUCN. O índice de diversidade de Shannon foi calculado em 3,024 para o manguezal e 3,006 para a encosta. A família Thraupidae foi a mais abundante ( $n=9$ ), seguida de Tyrannidae ( $n=7$ ). Verificou-se que há maior abundância e riqueza para o manguezal, com 1592 indivíduos distribuídos em 43 espécies. Na área de encosta, foram avistados 708 indivíduos distribuídos em 36 espécies. Sendo assim, o estudo demonstrou que o local é abundante em espécies bem como possui características que tornam o local propício a formação de espaços de nidificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aves. Riqueza. Preservação. Antropização.

## INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, e de acordo com o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, estão registradas cerca de 1971 espécies de aves (CBRO, 2021). Através de levantamentos da avifauna, é possível obter um conjunto de informações de suma importância, como por exemplo: manejo dos espécimes no local, melhores

compreensões de conservação e adaptação do ambiente em questão.

Caraguatatuba está localizada no litoral norte do estado de São Paulo. Apresenta como característica econômica a exploração do turismo que envolve, de tantas formas, a utilização das praias. Além disso, o turista que frequenta a cidade acaba por ir até o comércio de peixes, localizado no Camaroeiro (Mandarola, Marques; *et al*, 2013).

O Camaroeiro é um misto de fitofisionomias; dentre elas, podendo-se citar presença de um manguezal e de uma mata de encosta, ambos compondo o complexo ecossistema deste local. O manguezal encontra-se em processo de regeneração e a mata de encosta, ainda com fragmentos preservados. Neste local, é possível verificar a presença de trilhas, onde os mirantes são o ponto de destaque (Mandarola, Marques; *et al*, 2013).

O crescente aumento da população e os grandes número de turistas que frequentam o local acabaram por assim afetar as populações dessas aves, visto que estes intensificam a poluição fluvial que desagua no espaço de nidificação e alimentação deles (Mandarola, Marques; *et al*, 2013).

O objetivo deste trabalho foi verificar a diversidade e a abundância da avifauna no mangue e na encosta do Camaroeiro, Caraguatatuba-SP.

## METODOLOGIA

Para realizar o levantamento e observação da avifauna determinou-se a área para a coleta de dados entre a região do Camaroeiro em Caraguatatuba – SP.

Os registros ocorreram de forma periódica entre os meses de maio a agosto de 2022, nas primeiras horas da manhã (7:00 h às 11:00 h). O local foi dividido em 10 pontos de observação (Figura 1) com 10 minutos de permanência em cada. Foram 20 dias de campanha que totalizou um esforço amostral de 60 horas. Para o registro de cada indivíduo foi utilizado um smartphone com gravação de áudio. Os pontos de 1 a 5 apresentam como característica a fitofisionomia de manguezal com presença de árvores frutíferas. Nos pontos 6 a 10, havia a presença de árvores e arbustos de médio porte, com a existência de vegetação de encosta.

A partir dos dados obtidos, foram calculados o índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ), equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) e *Jaccard*, todos gerados pelo *software PAST*. A curva de suficiência amostral foi obtida após o cálculo de Chao 1, por meio do *software EstimatS*.

Para a identificação das espécies, foram utilizados o Guia Fotográfico de Aves da Cidade de São Paulo (2012), Lista das aves do Brasil (PACHECO, 2021) e o banco de dados virtual do portal WikiAves. Para a nomenclatura e ordem taxonômica, foram utilizados como base os dados do Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO) 2021. Para verificação do grau de ameaça foram consultados o Livro Vermelho das Espécies Ameaçadas de Extinção (IUCN) e o portal online WikiAves.

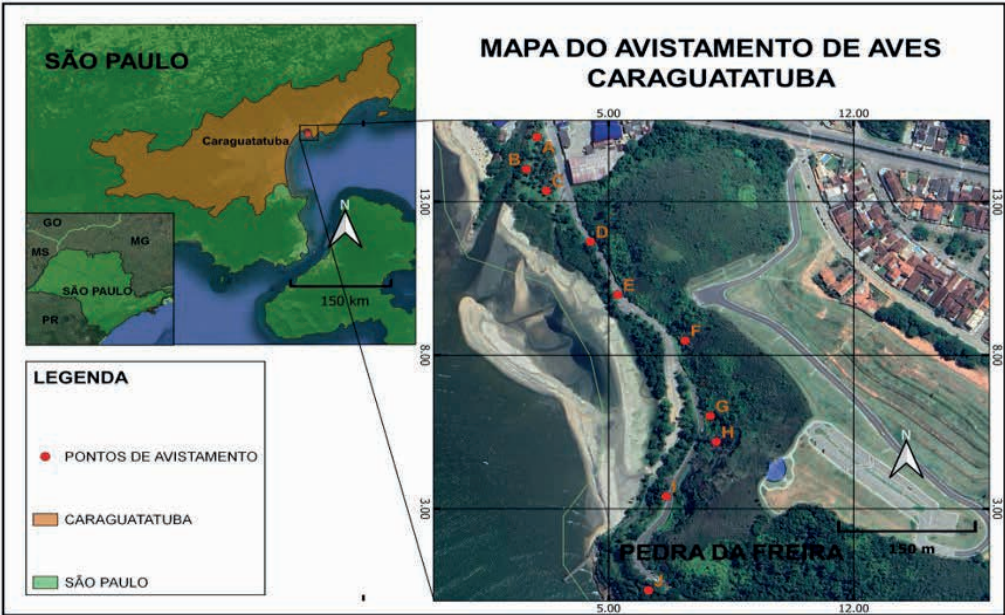


Figura 1 – Local do estudo com os pontos de observação da avifauna em Caraguatatuba - SP.

Fonte: QGIS, 2022.

RESULTADOS

Foram registrados 2.300 indivíduos, sendo 1.592 no manguezal e 708 na encosta, pertencentes à 46 espécies de aves, distribuídas em 24 famílias, conforme a Tabela 1.

Ordem/Família/Espécie	Nome popular	Ameaça IUCN	Guilda
<b>APODIFORMES</b>			
<b>Trochilidae</b>			
<i>Chlorostilbon lucidus</i> (Shaw, 1812)	Besourinho-de-bico vermelho	LC	NECT
<i>Chionomesa lactea</i> (Lesson, 1832)	Beija-flor-de-peito-azul	LC	NECT
<i>Chionomesa fimbriata</i> (Gmelin, 1788)	Beija-flor-garganta-verde	LC	NECT
<i>Thalurania glaucopis</i> (Gmelin, 1788)	Beija-flor-fronte-violeta	LC	NECT
<b>BOLUMBIRFORMES</b>			
<b>Columbidae</b>			
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811)	Rolinha-roxa	LC	GRAN
<b>CHARADRIIFORMES</b>			
<b>Charadriidae</b>			
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Quero-quero	LC	INSE

**Laridae**

<i>Larus dominicanus</i> (Lichtenstein, 1823)	Gaivotão	LC	DET
---	----------	----	-----

**Cathartiformes****Cathartidae**

<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Urubu-de-cabeça-preta	LC	DET
---	-----------------------	----	-----

**COLUMBIFORMES****Columbidae**

<i>Columba livia</i> (Gmelin, 1789)	Pombo-doméstico	LC	DET
-------------------------------------	-----------------	----	-----

**CORACIIFORMES****Alcedinidae**

<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	Martim-pescador-verde	LC	PISC
--	-----------------------	----	------

**FALCONIFORMES****Falconidae**

<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	Carcará	LC	CARN
--	---------	----	------

**PASSERIFORMES****Estrildidae**

<i>Estrilda astrild</i> (Linnaeus, 1758)	Bico-de-lacre	LC	GRAN
--	---------------	----	------

**Furnariidae**

<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	João-de-barro	LC	INSE
---------------------------------------	---------------	----	------

**Hirundinidae**

<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	Andorinha-pequena-de-casa	LC	INSE
---	---------------------------	----	------

**Mimidae**

<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	Sábia-do-campo	LC	ONIV
--	----------------	----	------

**Onychorhynchidae**

<i>Myiobius barbatus</i> (Gmelin, 1789)	Assanhadinho	LC	INSE
---	--------------	----	------

**Parulidae**

<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	Pula-pula	LC	INSE
---	-----------	----	------

**Passeridae**

<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Pardal	LC	GRAN
---	--------	----	------

**Rhynchocyclidae**

<i>Todirostrum cinereum</i> (Linnaeus, 1766)	Ferreirinho-relógio	LC	INSE
--	---------------------	----	------

**Thraupidae**

<i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758)	Cambacica	LC	FRUG
--	-----------	----	------

<i>Chlorophanes spiza</i> (Linnaeus, 1758)	Saí-verde	LC	FRUG
--	-----------	----	------

<i>Dacnis cayana</i> (Linnaeus, 1766)	Saí-azul	LC	FRUG
---------------------------------------	----------	----	------

<i>Ramphocelus bresilius</i> (Linnaeus, 1766)	Tiê-sangue	LC	ONIV
---	------------	----	------

<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	Tiê-preto	LC	ONIV
---	-----------	----	------

<i>Tangara cyanocephala</i> (Statius muller, 1776)	Saíra-militar	LC	FRUG
--	---------------	----	------

<i>Thraupis ornata</i> (Sparrman, 1789)	Sanhaço-encontro-amarelo	LC	ONIV
---	--------------------------	----	------

<i>Thraupis palmarum</i> (Wied, 1821)	Sanhaço-do-coqueiro	LC	ONIV
<i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	Sanhaço-cinzento	LC	ONIV
<b>Troglodytidae</b>			
<i>Troglodytes musculus</i> (Naumann, 1823)	Corruíra	LC	INSE
<b>Turdidae</b>			
<i>Turdus flavipes</i> (Vieillot, 1818)	Sabiá-una	LC	ONIV
<i>Turdus rufiventris</i> (Vieillot, 1818)	Sabiá-laranjeira	LC	ONIV
<b>Tyrannidae</b>			
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	Peitica	LC	INSE
<i>Fluvicola nengeta</i> (Linnaeus, 1766)	Lavadeira-mascarada	LC	CAR
<i>Machetornis rixosa</i> (Vieillot, 1819)	Suiriri-cavaleiro	LC	INSE
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Statius Muller, 1776)	Bem-te-vi-rajado	LC	INSE
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Statius Muller, 1776)	Filipe	LC	INSE
<i>Myiozetetes similis</i> (Spix, 1825)	Bentevizinho-penacho vermelho	LC	ONIV
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bem-te-vi	LC	ONIV
<b>PELECANIFORMES</b>			
<b>Ardeidae</b>			
<i>Ardea alba</i> (Linnaeus, 1758)	Garça-branca-grande	LC	CARN
<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	Garça-azul	LC	CARN
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	Garça-branca-pequena	LC	CARN
<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758)	Socó-dorminhoco	LC	CARN
<b>Threskiornithidae</b>			
<i>Phimosus infuscatus</i> (Lichtenstein, 1823)	Tapicuru-de-cara-pelada	LC	ONIV
<b>PSITTACIFORMES</b>			
<b>Psittacidae</b>			GRAN
<i>Brotogeris tirica</i> (Gmelin, 1788)	Periquito-verde	LC	FRUG
<b>SULIFORMES</b>			
<b>Fregatidae</b>			
<i>Fregata magnificens</i> (Mathews, 1914)	Fragata	LC	PISC
<b>Phalacrocoracidae</b>			
<i>Nannopterum brasilianum</i> (Gmelin, 1789)	Biguá	LC	CARN

Legenda: IUCN (LC) Pouco Preocupante. Guildas (NECT) Nectarívoros, (GRAN) Grangívoros, (INSE) Insetívoros, (DET) Detritívoros, (PISC) piscívoros, (CARN) Carnívoros, (ONIV) Onívoros, (FRUG) Frugívoro

Tabela 1 – Diversidade de aves catalogadas no Camaroeiro, Caraguatatuba – SP.

Fonte: Autores, 2022.

Para a análise de dominância, nota-se que houve baixa dominância na diversidade de espécies. No entanto, houve alta diversidade, confirmada por Shannon, tanto no

manguezal ( $H' = 3,024$ ), quanto na encosta ( $H' = 3,006$ ). A equitabilidade Pielou apresentou valores de 0,804 no manguezal e 0,8389 na encosta.

	Manguezal	Encosta
Dominance_D	0,07216	0,06378
Simpson_1-D	0,9278	0,9362
Shannon_H	3,024	3,006
Equitability_J	0,804	0,8389

Tabela 2 – Análise da diversidade e equitabilidade no Camaroeiro, Caraguatatuba – SP.

Fonte: Autores, 2022.

A suficiência amostral para o Camaroeiro encontra-se próximo ao valor estimado por Chao-1, conforme indica a Figura 2.

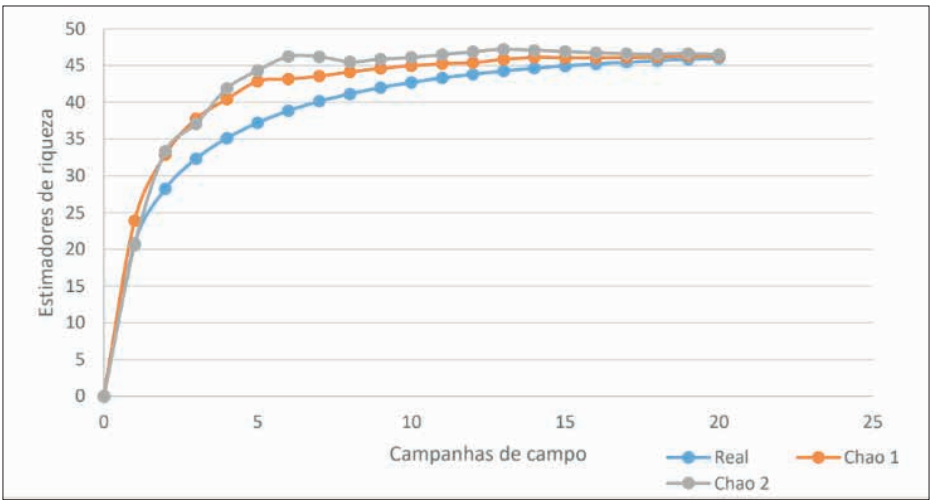


Figura 2 – Curva de acumulação de espécies da região do Camaroeiro, Caraguatatuba-SP.

Fonte: Autores, 2022.

Houve similaridade de 70% entre os dois locais. Neste trabalho, houve a dominância de espécies pertencentes as famílias Thraupidae ( $n=9$ ) e Tyrannidae ( $n=7$ ). (Figura 3).

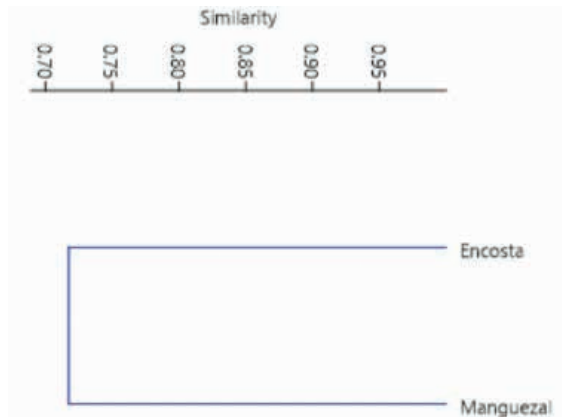


Figura 3 – Análise de similaridade de Jaccard comparando a riqueza de espécies no manguezal e na encosta do Camaroeiro, Caraguatatuba – SP.

Fonte: Autores, 2022.

## DISCUSSÃO

Na Mata Atlântica, existem registros de mais de 80 famílias de aves. Foram registradas 43 espécies na fitofisionomia de manguezal e 36 espécies na encosta, correspondendo a 2,18% e 1,82% respectivamente, dos registros de espécies para o Brasil (CBRO, 2021).

Verificou-se que houve maior abundância e riqueza para o manguezal com 1592 indivíduos distribuídos em 43 espécies. Em comparação com a área de encosta, foram avistados 708 indivíduos distribuídos em 36 espécies. Estes números foram superiores aos obtidos por Agnello (2007), que registrou 28 famílias em área de encosta em Cubatão-SP e Freitas (2019), que registraram 28 espécies na Baía do Araçá em São Sebastião – SP. Isto evidencia que mesmo fazendo parte de um fragmento contínuo, há particularidades entre as espécies que habitam o manguezal e sua encosta.

A família Thraupidae (9 espécies; 342 indivíduos) são aves que apresentam como característica a dispersão de sementes (SICK, 1997), neste trabalho representando 20,9% das espécies. Os táxons mais abundantes foram *Coragyps atratus* (n=374), *Pitangus sulphuratus* (n=238), *Pygochelidon cyanoleuca* (n=179) e *Furnarius rufus* (n=173), representando 41,9% dos indivíduos avistados. Muitas espécies apresentam grande adaptabilidade a diversos ecossistemas, bem como à ambientes antropizados, como é o caso das espécies pertencentes às famílias Columbidae (2,3%; n=56) e Cathartidae (2,3%; n=374), que foram avistadas nos dois locais no presente estudo.

## CONCLUSÃO

A Praia do Camaroeiro e os arredores da Marina do Camaroeiro se mostraram altamente abundantes em espécies e com grande número de indivíduos residentes do local,

os fatores que possivelmente contribuíram para estes valores sendo: a alta disponibilidade de alimento para diferentes guildas como frutos; sementes; peixes; crustáceos e restos animais, árvores de copas altas e cheias que oferecem abrigo, bem como o mangue utilizado como refúgio. Durante a campanha, não foram registradas espécies ameaçadas; assim, todas as famílias avistadas constituem populações de alta capacidade adaptativa a centros urbanos e antropização. No entanto, por mais que existam placas avisando sobre o cuidado que se deve tomar com o ambiente, se faz necessária a criação de rotinas de fiscalização e programas de conscientização objetivando a preservação dos ambientes remanescentes da área.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à Prf<sup>a</sup>. Karolina Marie Alix Benedictte Van Sebroeck Dória pelo incentivo a sempre estudar e buscar cada vez mais horizontes.

## REFERÊNCIAS

AGNELLO, S. **Composição, estrutura e conservação da comunidade de aves da Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cubatão, SP.** Dissertação. 2007

CBRO. **Lista de Aves do Brasil do CBRO (2021).** Disponível em: < <http://www.cbro.org.br/listas>> Acesso em: 8 Set .2022.

FREITAS, Heloise D. S; RODRIGUES, Carlos Vinicius D. S; MACIEL, Jean Leonardo D. S; OLIVA, Victória Carolina M; **DÓRIA, Karolina M. A. V. S. BIODIVERSIDADE DA AVIFAUNA NA BAÍA DO ARAÇÁ E DA RUA DA PRAIA DE SÃO SEBASTIÃO, SP.** XXIII Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, XIX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e IX Encontro de Iniciação à Docência - Universidade do Vale do Paraíba., Caraguatatuba, 24 e 25 Outubro 2019. 1-5.

IUCN – **International union for Conservation of Nature.** Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/>> Acesso em: 29 Set. 2022.

PACHECO, José F. et al. Lista das aves do Brasil – segunda edição. **Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos – segunda edição, 2021.**

SÃO PAULO. **Aves da Cidade - São Paulo. 1<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2012.**

SICK, H. 1997. **Ornitologia brasileira.** Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Brasil, 714pp

WIKIAVES. **Espécies em São Sebastião/SP.** Disponível em: <<http://www.wikiaves.com/especies.php?t=c&c=3510500>> Acesso em: Abr. 2019.

MANDAROLA, Eduardo Jr; MARQUES, Cesar; TIAGO, Luiz D. P; CASSANELI, Letícia B. **Crescimento urbano e áreas de risco no litoral norte de São Paulo.** R. bras. Est. Pop., Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 35-56, jan./jun. 2013

# THE USE OF TRADITIONAL MEDICINE APPLIED TO ZOOTHERAPY IN THE MUNICIPALITY OF ARARIPE – CE, BRAZIL

---

*Data de submissão: 02/05/2023*

*Data de aceite: 02/06/2023*

### **Rodrigo de Sousa Rodrigues**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Campos Sales – CE  
<http://lattes.cnpq.br/8952847412132246>

### **Jeovane Henrique de Souza**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Crato – CE  
<http://lattes.cnpq.br/2731579996944249>

### **Marcos Aurélio Figueiredo dos Santos**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Campos Sales – CE  
<http://lattes.cnpq.br/8643818710205791>

### **Luciano Temoteo dos Santos**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Crato – CE  
<http://lattes.cnpq.br/7859149464267127>

### **Raquel Furtado dos Santos Moura**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Missão – CE  
<http://lattes.cnpq.br/4338464292850824>

### **Maria Aparecida Barbosa Ferreira Gonçalo**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Crato – CE  
<http://lattes.cnpq.br/5782987886301211>

### **Maria Aurea Soares de Oliveira**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Crato – CE  
<http://lattes.cnpq.br/0232906796291639>

### **Cícero Jorge Verçosa**

Secretaria de Educação e Esportes de  
Pernambuco – SEE/PE, Caruaru – PE  
<http://lattes.cnpq.br/7105594624352759>

### **José Aglailson Oliveira da Anunciação**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Crato – CE  
<http://lattes.cnpq.br/7951411339257807>

### **Verônica Lima da Silva**

<http://lattes.cnpq.br/8703897837383057>  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco – UFRPE,  
Serra Talhada – PE

### **Julimery Gonçalves Ferreira Macedo**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Crato – CE  
<http://lattes.cnpq.br/9949272422358646>

### **José Weverton Almeida-Bezerra**

Universidade Regional do Cariri – URCA,  
Crato – CE  
<http://lattes.cnpq.br/5570296179611652>

**ABSTRACT:** Zooterapy consists of the use of animals or their by-products for the manufacture of medicines, used in the treatment of physical or psychological illnesses that affect humans. In Brazilian territory, the use of animals is a remote practice, carried out by indigenous peoples and spread among generations of family members of the colonizers. Thus, the study aims to investigate the medicinal use of animals and by-products associated with cultural and medicinal knowledge in rural communities in the municipality of Araripe – CE. The data obtained through the application of questionnaires and interviews made it possible to inventory a total of 38 species of animals that have medicinal properties. Among the cited species, there is the presence of mammals 37%, birds 24%, reptiles 21%, insects 13%, amphibians 3% and fish 3%. The use of lard 26% stands out among the most used resource, followed by honey 21%, tallow 14% and meat 10%. Lard from *Salvator merianae* (Duméril & Bibron, 1839) cited as the most used resource, its effectiveness in the treatment of diseases that affect the respiratory system such as sore throat is described. Among insects, honey from *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) is often used in the treatment of flu, gastritis and mumps because it contains antibacterial and antifungal properties. The zootherapeutic inventory brought by this study aims to use it as a basis for further research and the promotion of conscious management of wild animals, which are described as the most sought after species for hunting and medicinal properties.

**KEYWORDS:** Ethnozoology; Natural resources; Conservation; Fauna; Caatinga.

## O USO DA MEDICINA TRADICIONAL APLICADA A ZOOTERÁPICOS NO MUNICÍPIO DE ARARIPE – CE, BRASIL

**RESUMO:** A zooterapia consiste na utilização de animais ou seus subprodutos para a fabricação de medicamentos, utilizados no tratamento de enfermidades de natureza física ou psicológica que acometem o ser humano. No território brasileiro, o uso de animais é uma prática remota, realizada pelos povos indígenas e, difundida entre gerações de familiares dos colonizadores. Assim, o estudo objetiva investigar o uso medicinal de animais e subprodutos associados aos saberes culturais e medicinais nas comunidades rurais do município de Araripe – CE. Os dados obtidos através da aplicação de questionários e a realização de entrevistas permitiram inventariar um total de 38 espécies de animais que apresentam propriedades medicinais. Entre as espécies citadas, tem-se a presença dos mamíferos 37%, aves 24%, répteis 21%, insetos 13%, anfíbios 3% e peixes 3%. O uso da banha 26% se destaca entre o recurso mais utilizado, seguido do mel 21%, sebo 14% e a carne 10%. A banha do *Salvator merianae* (Duméril & Bibron, 1839) citado como recurso mais utilizado, é descrito sua eficácia no tratamento de doenças que acometem ao sistema respiratório como a dor de garganta. Entre os insetos, o mel da *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758) é frequentemente usado no tratamento da gripe, gastrite e caxumba por conter propriedades antibacterianas e antifúngicas. O inventário zooterapêutico trazido por esse estudo almeja que o mesmo seja usado como base para novas pesquisas e a promoção de um manejo consciente perante os animais silvestres no qual estão descritos como as espécies mais buscadas, pela caça, e pelas propriedades medicinais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Etnozoologia; Recursos naturais; Conservação; Fauna; Caatinga

## 1 | INTRODUCTION

At the beginning of its evolutionary trajectory until the present time, the human being is constantly in contact with the life that comes from nature (SANTOS, 2017). Following this “evolutionary trajectory”, it creates and develops the most varied forms of relationship and also learns from the experiences. Interactions with the fauna and flora were the primary factor for the emergence of diseases that often began to affect humans, however, in order to cure such diseases, it was nature itself that it resorted to (AZEVEDO, 2019). Through necessity, the human being became aware of the various existing applicability for the fauna and flora around him. It was noted then, the medicinal properties, which, administered correctly, were efficient in relieving and/or curing certain diseases, existing in the most varied species of plants and animals (SANTOS-FITA; COSTA-NETO, 2007).

The use of natural resources such as substances of vegetable, mineral and even animal origin are essential factors that promote the existence of man on earth, presenting certain therapeutic properties (COSTA-NETO, 1999; ALBUQUERQUE, et al., 2017). While the focus is on medicines derived from medicinal flora, works and productions based on fauna follow in the background (COSTA-NETO, 1999). The relationships between human beings and nature end up resulting in several benefits. The sources of raw material, such as the gigantic collection of information on the production of different medicines obtained through living with the environment around them and, which were passed down between generations, provide various actions. Everything that is offered is taken advantage of, thus being applied in various sectors, exemplifying the medicinal sector. Nature offers attributes that are used by diverse populations around the world, and with that, we have an immense wealth of fauna and flora as medicinal resources used over the years (COELHO, et al., 2017).

Interactions specifically with fauna come from a cultural heritage, present in legends, magical or religious rituals, knowledge that was built between traditional communities such as indigenous peoples and quilombolas that were passed on and disseminated over time (SILVA, 2016). As time went by, it was noticed that the presence of certain animals culminated in other purposes, in addition to the select company and protection against physical attacks, now they presented economic values, a source of food and even the development of certain medicines (SANTOS, 2017).

The applicability found and developed by communities over the years for the local fauna is studied by Ethnozoology. It is dedicated to analyzing and studying the way in which animals present certain values to the population, affected by their beliefs, myths, folklore or their biological aspects, as well as the way they are treated when they are used for purposes food, economic or medicinal (OLIVEIRA, et al., 2016). The practice in which animals or their by-products are used (such as skin, nest, fat, bones and secretions) in order to assist in the proper treatment of pathologies that affect humans, is called Zootherapy (COSTA-NETO ,

2011). Zootherapies are used as medicines for the proper cure of certain illnesses, such as diseases or just symptoms of the same, proving to be an effective solution, which is not restricted only to man, but which also makes use of the practice to cure many domestic animals (COUTINHO, 2010). However, it prevails that the use of zootherapies presents a very broad context, with several components.

The applicability found and developed by communities over the years for the local fauna is studied by Ethnozoology. It is dedicated to analyzing and studying the way in which animals present certain values to the population, affected by their beliefs, myths, folklore or their biological aspects, as well as the way they are treated when they are used for purposes food, economic or medicinal (OLIVEIRA, et al., 2016). The practice in which animals or their by-products are used (such as skin, nest, fat, bones and secretions) in order to assist in the proper treatment of pathologies that affect humans, is called Zootherapy (COSTA-NETO, 2011). Zootherapies are used as medicines for the proper cure of certain illnesses, such as diseases or just symptoms of the same, proving to be an effective solution, which is not restricted only to man, but which also makes use of the practice to cure many domestic animals (COUTINHO, 2010). However, it prevails that the use of zootherapies presents a very broad context, with several components.

Studies applied to ethnozoology, zootherapy, brings in its concept several applicability, contributing significantly to a sensitive look in relation to cultural and medicinal issues for the classification system and its applications. (OLIVEIRA et al., 2016). However, the debate in the scientific field becomes relevant the importance that animals have among traditional communities, in view of their values of beliefs (where it is established with a more religious and magical character), in culture (having their past knowledge from generation to generation by the family/community itself) or in their uses, in which they are applied to different purposes (SANTOS-FITA & COSTA-NETO, 2007; OLIVEIRA et al., 2016).

Little disseminated in the academic environment, the zootherapy practice is concentrated in a certain portion of the population, where some factors lead to this scenario. The economic issue is present in this reality, and therefore, some families that do not have access to medicines developed by the pharmaceutical industries or based on beliefs and culture, continue to use the fauna as a pharmacological/medicinal resource (BARBOSA & ALVES, 2010). Therefore, many animals that make up the local fauna and play important roles in the ecological scenario are hunted in an unbridled way, so it is noted that the practice has influenced the increase of endangered species or at risk of over-exploitation.

Exposed to a variety of pathologies, from the environment where they lived (or live), the population resorted to nature itself in order to cure such illnesses as fever, muscle pain, respiratory problems, throat infections and flu (SANTOS, et al., 2019). Thus, it was discovered that animals had certain pharmacological properties. The use of fauna for such an occurrence gained strength and wide geographical spread. Although today we have many studies and medicines of herbal origin, zootherapy remains in force in a portion of the

population (SILVA, 2010).

As a result, this study sought to investigate the medicinal use of animals and by-products associated with cultural and medicinal knowledge in rural communities in the municipality of Araripe - CE. As well as, verify the influence of the knowledge used as subsidies for the use of zootherapics among practitioners; identify the species, as well as the preparation and application of home remedies and examine the role of zotherapy and its contributions to contemporary medicine.

## 2 | MATERIAL AND METHODS

The research had the participation of residents who have zotherapeutic knowledge, residing in the rural area of the municipality of Araripe - CE. To carry out this research, the “snowball” technique was used, consisting of a direct search for people with knowledge about the topic addressed. Semi-structured interviews were carried out to understand the ways such home remedies are produced, from the search for the animal to the moment of using it. The present work followed the ethical norms, having the number of the Opinion of approval in the Committee of Ethics in Research: 5,645,631.

## 3 | RESULTS AND DISCUSSION

During data collection, informants were asked about contact with wild animals. Participants who answered “Yes” represent a total of 76%. This contact is not restricted to zotherapeutic production, many families still use hunting as a resource to obtain food and often suffer from the visits of certain animals that threaten their (chicken) farms and their homes. Still, many animals are used as magical amulets for protection from evil forces. Respondents responded that they had no contact with wild animals, corresponding to 24% of participants.

When questioned about the use of home remedies, 98% answered that they use them. Even in the face of modern medicine, and its pharmacological advances, many families still resort to traditional knowledge for the production of medicines that help in the treatment of their illnesses (SILVA & ALVES & ALMEIDA, 2004). It is possible to identify the reliability given by each user in terms of their beliefs and how medicines have a greater potential in the healing process, in relation to pharmacological drugs, which, according to the interviewees, are lacking. The participants who stated that they did not use home remedies correspond to 2%, showing that a small loss of tradition that was previously strongly founded, together with the age of the popular people, being younger and with better economic conditions, is now being left aside. side by the medicines offered by the pharmacies and that are prescribed by doctors (specialists), and thus they treat the illnesses they are facing.

Questioned about the term “Zotherapy”, knowledge and continuity in the process of completing basic education, it was noted that 11% knew the term, while 89% said they

did not know. This also reflects, among the academic environment, since the theme and its use are described in numerous works, but the scientific term ends up being something new among practitioners. Regarding knowledge about animals with medicinal properties, 95% answered that “Yes” they know animals that are used as resources for the production of medicines, while 5% answered that they had no knowledge on the subject.

When asked about whether they had ever used any animal or its by-products to manufacture medicine. Respondents who answered “Yes” correspond to 89%, while 11% answered “No”. It is possible to identify a certain relationship between the three questions asked to the participants. A huge portion of them claimed not to have knowledge of the term zootherapy, as a result, the numbers rise when asked about the zootherapeutic knowledge of certain animals and their use. As well as the reliability of certain medicines and sympathy used, the interviewees do not have theoretical knowledge about the subject, but even so, they use the resource, which often, for homes farther from urban centers, and families with low purchasing power. to make use of pharmaceutical products (FEREIRA; ALVES 2009), ends up being the only resource in the treatment of their illnesses (RODRIGUES & DANTAS 2017).

Zootherapeutic knowledge reveals the fundamental role that the family plays in the construction and transfer of the entire collection present in the medicinal fauna. It is through it and the need expressed by everyday life that the search for fauna, even today, is described that still remains alive. Proximity to neighbors also adds to the power of dispersion and distribution of all knowledge based on their cultural and religious knowledge. Although the practice is remote, and unknown to the young part of the population, knowledge about the subject among groups of older residents still perpetuates. The transmission of knowledge among family members and the memory of frequent use are motivators along with all the mystical and religious apparatus in which the drugs produced are imbued (SANTOS, 2017).

Thus, among the participants who took part in this research, it is notable among their informal records that the use of certain animals was essential for the cure and/or treatment of several of their relatives and neighbors. When asked about the healing power of the medicines, the large portion that used them, or that had only heard about them, guaranteed the effectiveness of the medicines, and how the memory of this cure, even with some animals being difficult to access, still continues to make use. Through the resource promoted by the questionnaire, it was possible to make an inventory of the animals used and/or that have some medicinal potential. In which parts of them are used as a zootherapeutic resource where each one has a purpose for a specific disease. However, throughout the research, a total of 38 species of animals were obtained, which are represented in table 1.

Among the 38 identified species, the medicinal properties are present in the taxonomic groups that had a greater representation, such as mammals with 37%, then birds with 24%, reptiles with 21%, insects with 13%, amphibians with 3% and fish with 3%. Values were also assigned to express the amount in which each animal and disease was mentioned

by the interviewees. The values obtained when compared with other studies, reveal their importance since in the works of other authors who addressed the theme in the northeast region of the country, the results are similar, evidencing the existing zootherapeutic potential in Brazil (COSTA-NETO, 1999; LIMA et al., 2016; AZEVEDO, 2019).

The animals mentioned by the interviewees are present in the most varied forms in the “recipes” of home remedies, thus, an immense applicability is noticed for the different parts that make up the animal and that can be used for the treatment of pathologies. Many animals have different purposes. The products and by-products mentioned by the community members, 26% use lard as the most used and cited medicinal ingredient, as well as in other works (SILVA, 2010). Honey 21%, meat 10%, tallow 14%, milk, egg, urine, feces and feathers add up to 19% and bones, gizzard, chick, hoof, gall, tail, nail, wool, mane and liver add up to 11 %.

Class/Scientific Name	Popular name	Part Used/ By-product	Treated Disease
<b>Reptiles</b>			
<i>Salvator merianae</i> (Linnaeus, 1758)	Teiú (48)	Lard	Sore throat (44), sore throat (4), bronchitis (1), asthma (1), ear pain in newborn (1), cough (1)
<i>Crotalus durissus</i> (Linnaeus, 1758)	Cascavel (19)	Lard, rattle, meat	Rheumatism (4), leg pain (1), back pain (14), general illness (1)
<i>Mesoclemmys heliostemma</i> (Lüderwaldt, 1926)	Cágado (15)	Lard, meat	Rheumatism (4), sore throat (4), pain in fingers (1), sore throat (1), breast cancer (1), pain in legs (1)
<i>Boa constrictor</i> (Linnaeus, 1758)	Jiboiá (1)	Lard	Sore throat (1)
<i>Phyllorhynchus pollicaris</i> (Spix, 1825)	Lagartixa (5)	Complete animal, abdomen	Bladder pain (1), Throat pain (1), Piercings in the body by thorns (1), Wart (2)
<i>Espécie não identificada</i>	Tartaruga (1)	Complete animal	Bronchitis (1), asthma (1)
<i>Philodryas olfersii</i> (Lichtenstein, 1823)	“Cobra cipó” (2)	Belly	Nail strengthening (2)
<i>Eunectes murinus</i> (Linnaeus, 1758)	Sucuri (1)	Lard	Back pain (1)
<b>Mammals</b>			
<i>Canis lupus familiaris</i> (Linnaeus, 1758)	Cachorro (19)	Feces	Measles (19)
<i>Ovis aries</i> (Linnaeus, 1758)	Carneiro (30)	Suet, lard	Leg pain (1), Feet cracking (16), Joint pain (10), Dry lip (1), Muscle fatigue (1), Body inflammation (2), Body piercing by thorns (3)
<i>Bos taurus</i> (Linnaeus, 1758)	Vaca (4)	Feces, horn, mocotó oil	Measles (1), diseases in general (1)
<i>Didelphis</i> spp (Linnaeus, 1758)	Gambá (17)	Meat, urine	Rheumatism (11), back pain (6), cramps (2), joint pains (1), gastritis (1)

<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Peba (7)	Lard, hoof, tail	Back pain (6), rheumatism (2), asthma (1)
<i>Bos taurus</i> (Linnaeus, 1758)	Boi (23)	Mocotó, nerves, Feces, mocotó oil, liver	Weakness (malaise) (17), bone pain (1), anxiety (2), mumps (1), body aches (1), anemia (2)
<i>Equus ferus caballus</i> (Linnaeus, 1758)	Cavalo (8)	Crina	Wart (8)
<i>Lycalopex vetulus</i> (Lund, 1842)	Raposa (3)	Lard, liver	Rheumatism (1), bronchitis (1), joint pain (1)
<i>Tolipeutes matacus</i> (Desmarest, 1804)	Tatu (8)	Tail, urine	Ear pain (8)
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Tamanduá-Mirim (6)	Meat, unha	Skin inflammation (1), ear pain (1), shortness of breath (2), asthma (2), back pain (1)
<i>Ovis Aries</i> (Linnaeus, 1758)	Ovelha (2)	Wool	Asthma (2)
<i>Capra aegagrus hircus</i> (Linnaeus, 1758)	Cabra (2)	Horn	Toothache (2)
<i>Capra aegagrus hircus</i> (Linnaeus, 1758)	Cabra Preta (1)	Fur	Toothache (1)
<i>Equus asinus</i> (Linnaeus, 1958)	Égua (1)	Urine	Low hormone production (1)
<i>Equus asinus</i> (Linnaeus, 1958)	Jumento(a) (27)	Milk, bone	Whooping cough (23), measles (1), mumps (3), bronchitis (1), cough (1)

## Birds

<i>Gallus domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Galinha (35)	Eggs, gizzard, lard, The Gall-Bladder, chick	Swollen navel (1), intestinal problems (4), sore throat (16), burn (10), expectorant (1), ear pain (2), cough (3), flu (4), skin wound (1), injury from falls (2), hair loss (1), weakness (4), sore throat, shortness of breath (1), bronchitis (3), nasal congestion in children (3), anxiety (1)
<i>Gallus domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Galinha Sura (sem rabo) (6)	Lard	Nasal congestion in a child (1), flu (1), sore throat (2), fever (1), headache (1), sore throat (1), hydration of the navel in a child (1)
<i>Cairina moschata domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	Pato (1)	Eggs	Anemia in children (1)
<i>Meleagris gallopav</i> (Linnaeus, 1758)	Peru (4)	Feathers, breast, feces	Asthma (1), shortness of breath (1), bronchitis (1), wart (1)
<i>Cyanocorax cyanopogon</i> (Wied, 1821)	Cancão	Meat	Whooping cough (2)
<i>Troglodytes musculus</i> (Naumann, 1823)	Garrincha (1)	Nest	Newborn ear pain (1)
<i>Anser anser</i> (Linnaeus, 1758)	Ganso (1)	Eggs	Asthma (1)
<i>Crypturellus noctivagus noctivagus</i> (Wied, 1820)	Zabelê (1)	Feathers	Snake bite (1)

<b>Insects</b>			
<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)	Abelha (42)	Honey, honeycomb	Flu (36), cough (1), expectorant (1), cold (1), sore throat (3), gastritis (1), sore throat (1), mumps (1)
<i>Nasutitermes macrocephalus</i> (Silvestri, 1903)	Cupim (7)	Complete animal	Asthma (2), bronchitis (4), child's navel swelling (1)
<i>Periplaneta americana</i> (Linnaeus, 1758)	Barata (4)	Complete animal	Urinary tract infection (1), bronchitis (2), toothache in children (1)
Espécie não identificada	Formiga Vermelha (8)	Complete animal	Sore throat (3), sore throat (3), eyesight (1), flu (1), general aches and pains (1)
<i>Gryllus assimilis</i> (Fabricius, 1775)	Grilo (8)	Legs, complete animal	Deafness (2), urinary system problems (3), back pain (1), belly pain, swollen navel (1), colic (1)
<b>Amphibian</b>			
<i>Rhinella schneider</i> (Werner, 1894)	Sapo (3)	Belly, Lard	Wart (1), wounds (1), breast cancer (1)
<b>Actinopterygii</b>			
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Traíra (1)	Lard	Rheumatism (1)

**Table 1:** Inventory of animals with medicinal properties.

According to Jacinto (2018) and Silva (2008), the authors in their works also list a large number of faunal specimens such as *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (traíra) in which lard is used to treat ear pain, the use lard from *Boa constrictor* (Linnaeus 1758) (jiboia) in the treatment of wounds on the body, and the feces of *Canis lupus familiaris* (Linnaeus 1758) (dog), which have medicinal properties, also mentioned in this work. The highlight is also concentrated among mammals (OLIVEIRA et al., 2016), in which they still consider that proximity and relationships built over the years were the fundamental factor for the construction of this knowledge.

What was revealed during the course of the research is the way in which the animals are acquired, since many of them are wild animals. The proximity of the residences to areas of natural forest favors hunters, who still search for these animals as a food resource. Due to this scenario, the local fauna suffers from this pressure, since the people who live close to these areas tend to seek it to meet their needs, whether they are food or medicinal (SILVA, 2010).

The lard of certain animals such as *Boa constrictor* (Linnaeus, 1758) (jiboia) and *Eunectes murinus* (Linnaeus, 1758) (sucuri) lard, used as an antibiotic resource, is recommended by the people to help in the treatment of inflammatory diseases. and/or pain. Often used to treat sore throats or back pain, the action of these reptiles' lard is also described in other studies carried out in Brazil, where its action is highly effective in curing skin lesions, problems in the circulatory system. , and in the respiratory system, such as pneumonia or the flu (SILVA, 2008; JACINTO, 2018). Souza, et al., (2017) confirmed the

positive action of lard from *Eunectes murinus* (Linnaeus, 1758) against allopathic medicines, used in the wound healing process, in which the natural compound overcame the effects of the tested commercial ointment. The presence of fatty acids present in the animal's lard are pointed out as evidence for its efficiency, since they have shown relevance in biochemical reactions during the healing process (SOUZA et al., 2017).

The *Mesoclemmys tuberculata* (Lüderwaldt, 1926) (tortoise), *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (traíra) and *Gallus domesticus* (Linnaeus, 1758) (chicken) also enter the zootherapeutic framework in which their lard has medicinal applicability. In the case of *Gallus domesticus* and *Hoplias malabaricus*, knowledge about these two animals is widely disseminated, since obtaining them is easy, since many are domestic animals and raised by the population, or acquired in the nearest dams. Although the tortoise is also reported near reservoirs and lakes, the capture and use of it still causes some fear and revulsion among some informants.

The lard of *Gallus domesticus* (Linnaeus, 1758) is widely used for the treatment of coughs in children, sore throats, throat inflammation, and actively acting as an expectorant in the aid of wet cough. Following the interviewees' indication, it is necessary that the lard be toasted until it reaches the point of paste, after cooling, it is recommended to massage the throat, or ingest it, in concentrated doses throughout the day or mixed in coffee, as also demonstrated in other works (JACINTO, 2018).

Among the different parts of animals that are used or heard about, the meat of *Didelphis* spp (Linnaeus, 1758) (possum), *Mesoclemmys tuberculata* (Lüderwaldt, 1926) (tortoise), *Cyanocorax cyanopogon* (Wied, 1821) (song ) and *Tamandua tetradactyla* (Linnaeus, 1758) (small anteater) have been widely described. The work done by Costa-Neto (1999) and Santos and Lima (2017) also recorded the use of meat for the production of medicines among indigenous communities present in the semi-arid region of Pernambuco. Cooking *Didelphis* spp meat without salt or any other seasoning is recommended for the treatment of rheumatism, corroborating other works by Costa-Neto (1999) and Prado and Ramires (2020).

The secretions expelled by countless animals are also a source of raw material for the manufacture of medicines used by the traditional communities participating in the research. Milk from *Equus assinus* (Linnaeus, 1758) (donkey) was the resource most indicated by the interviewees. There were many indications of its use for the treatment of whooping cough, regionally known as "wild cough", a practice in which the population makes use of the visual characteristics of certain diseases, in order to name them and facilitate their identification and transmission between communities. nearby locations (PINTO, et al., 2020), previously affected by a large part of the population, which in the words of community members "*only solved with donkey milk. And it was good! Blue and sweetie*". Throughout the interviews, several were the reports of people who used the milk, and felt an improvement in a few days. For the population, this product has great medicinal value, especially at a time when

access to health centers practically did not exist.

In the historical context, access to health in Brazil was limited. Either because of the availability of doctors in the region or because of the purchasing power to pay for a consultation among private means. Residents of the rural area suffered from the situation and, as a way to get around it, sought in local ecosystems a way to produce the necessary medicines for the treatment of their illnesses. With the sanitary reform, the government started to have a more sensitive look towards the population. With the health reform movement, the Unified Health System (SUS) was created. Not far behind are the Basic Health Units (UBS), which served as a way to reduce and eradicate existing diseases among populations. The advances followed now being made available covering an area of greater reach and people, which served to a small reduction in the search for home remedies (ROSENDO, 2016; SILVA & CAMARGO, 2019)

Dog faeces, also known as “flor de toco” is recommended among research participants and was often used as a form of tea, for the treatment of measles. Also pointed out in the work of Oliveira and Júnior (2016). Just as dry cow feces, served in the form of tea, were a great medicine used to cure measles, ox feces were used for the treatment of mumps. All the diseases mentioned date back to a time in the past, where social and economic difficulties were very present (LUNA, 2021).

Some sympathies are described by the interviewees, in which various animals or their by-products are used, such as the egg of *Gallus domesticus* (Linneus, 1758) (poultry chicken), which, if rested on top of the house, helps in treating the lack of air. The use of anatomical parts such as the abdomen of the (lizard) is used in the treatment of diseases of a dermatological nature, pressing on the site of the existing wart, which tends to leave the body in a natural way. The sympathies also have great representation in the cure of various illnesses (SILVA, 2008).

Among the diseases most cited by the interviewees, those that affect the respiratory system stand out with a large proportion, such as sore throat (n=77 citations), flu (n=40 citations), severe cough (n=24 citations), bronchitis, asthma and shortness of breath (n=11 citations) and cough (n=6 citations), all these diseases are also described in the works of Lima et al., (2016), where several specimens are used, and several by-products of the same for the manufacture of medicines that are applied in different ways. Also described were the use of various animals for the treatment of numerous diseases ranging from rheumatism (n=6 citations) to measles (n=4 citations) and cancer (n=2 citations).

With regard to herpetofauna, the class of species mentioned, among reptiles, the *Salvator merianae* (Duméril & Bibron, 1839) (teiú) stands out, mentioned 49 times by the interviewees, where they stated that the use of the animal's lard, has healing properties for those who suffer from inflammation, sore throat and asthma, corroborating the studies previously carried out by Oliveira and Júnior (2016). The form of preparation consists of melting the lard until it reaches the point of “paste”, after which it can be applied to the throat

and massaged, or ingested. It is necessary to take one spoon a day for the treatment to take place satisfactorily.

Among the users of *Salvator merianae* lard (Duméril & Bibron, 1839), 55% stated that after using it, they felt an improvement in their condition. However, the results obtained in his work, Ferreira (2009) pointed out the inefficacy of using lard from it, as a positive agent in the cure of diseases affected by the respiratory system. As a result, it brings as an agent, the questioning under all the religious and cultural apparatus rooted in its use, which still permeates today. Although clinically its action has been flawed, the popular ones show the power that there is in the placebo and the faith that they have in these drugs. Although the animal is easily found, either by hunters or by trespassing, many still respect environmental laws, which prohibit the search for certain wild animals, highlighting the fact that those involved may have felt intimidated by the research being carried out by a biology student, compromising their answers due to fear of a possible fine.

In the insect class, there are several by-products used as a medicinal resource, such as nests, honey, body, excretions (LIMA, 2018; AZEVEDO, 2019), highlighting the use of *Apis mellifera* (Linnaeus, 1758 ) (bee) (honey), as a resource for the production of medicines, also cited in numerous works such as Santos and Lima (2017). In the present study, honey is essential in recovery when one is affected by the flu, gastritis and/or sore throat. The use of it secondarily with lemon and garlic forming a “licker”, is often used for treatment.

In its chemical composition, this precious natural resource has several compounds such as sugars, proteins, enzymes, organic acids, minerals, water, pollen, maltose, sucrose and ash (GOIS, et al., 2013; SOUZA, et al., 2017) . The medicinal applicability attributed to this resource has been the target of numerous studies in order to verify its effectiveness. The discovery of the substance inhibin served as an initial step towards advancing the applicability of honey as an antimicrobial and antibacterial agent. In addition to an enormous action in the inhibition of pathogens that develop in lesions (SOUZA, et al., 2017).

In their studies on the therapeutic properties of honey, Silva, et al., (2021) pointed out that the practice dates back to ancient times, and research has been gaining strength over the years. The authors discuss the presence of numerous vitamins present in honey such as riboflavin (B2), folic acid (B9), thiamine (B1), pyridoxine (B6) and several others. They are pointed out by the same ones that the antimicrobial actions, although it still cannot be clarified, the actions come from the existence of certain substances such as hydroxymethylfurfural (HMF), hydrogen peroxide (PH), methylglyoxal, and phenolic acids, flavonoids, and defesins, as the agents responsible for promoting antibacterial and antifungal actions.

Discussed in the works of Silva (2010), Silva (2008) a vast amount of birds used as a medicinal resource are pointed out. In this class, *Gallus gallus domesticus* (Linnaeus, 1758) (chicken) stands out as the most cited animal. Among the interviewees, the use of

lard, eggs, gizzards, breast gall and even chicken are used as a resource to aid in the treatment of certain diseases. Pointed out by Prado and Ramires, (2020) in their study, lard is discussed as a resource often used in the treatment of diseases that affect the respiratory system, such as sore throat, cough, phlegm in the chest, bronchitis. Finally, the healing properties presented by chicken and its by-products go further, being used to aid in the recovery process from falls, weakness, skin injuries and stomach problems.

Among mammals, *Ovis aries* (Linnaeus, 1758) (sheep) stands out among the popular ones, due to the medicinal properties that the use of the animal's tallow presents. The same has also been mentioned by other authors such as Severiano and Lima (2019), who pointed out the use of the resource for the treatment of joint pain, cracked feet and "straped". The use of sheep tallow is a resource often used among the popular, among those who prefer to make it at home, they make it quite clear that for better effectiveness, it is necessary that the tallow comes from the captive animal. Other ways of obtaining tallow are on the shelves of some supermarkets, which are sold in pots for the treatment of the aforementioned diseases.

The knowledge about the zootherapy practice still remains in force. Although its use is being reduced over the years. The advances brought by modern medicine and public health programs that now cover the most remote areas of the municipality, have contributed to the reduction of traditional practices involving fauna in certain locations. However, as shown in this research, knowledge still remains in the memory of those who, one day, faced with the terrible conditions in which they lived, were saved with the resources that all the biodiversity present near the places where they live provide them. This allows for dialogue in the face of promotion between the two types of knowledge, and thus, through natural resources and scientific knowledge, culminating in new drugs and alternative therapies.

There are many illnesses and forms of application of remedies. All knowledge is transmitted between families, keeping alive a kind of tradition, where parents leave as an inheritance, all the knowledge that from a past life, which was necessary to maintain the good health of those who did not have access to specialized medical care (PRADO, RAMIRES, 2020). In contrast to modern medicine, many of the popular people who still make use of home remedies, warn against consuming both drugs at the same time, in order not to have an adverse reaction, an interval between taking the drugs is necessary.

The production of remedies from zootherapeutic medicine remains obediently to cultural and religious issues, where some of the aforementioned remedies have already been the object of clinical trials and their therapeutic action has been disapproved. This allows us to embrace the idea that beyond faith, the placebo becomes an agent during the healing process. Citing the lard of *Salvator merianae* (Duméril & Bibron, 1839), which for many of the participants has its action validated, however it had its action in the treatment of respiratory and inflammatory diseases, ineffective in clinical tests (FERREIRA, 2009).

However, we have in contrast the positive functionality that other frequently used

animals have. As a result, it is necessary that knowledge about certain remedies is not left aside or discriminated against due to certain negligence (NETO, RESENDE, 2004). The use of insects and reptiles such as lard from *Eunectes murinus* (Linnaeus, 1758), has clinically proven positive action in the treatment of lesions, which shows that traditional knowledge, even based on customs, faith and tradition, has the possibility of becoming become a valuable resource in the production of new drugs. Although clinical trials are not available for all traditional medicines, knowledge among users is relevant, their verification and validation pre-exist within their own beliefs, and therefore, they should not be discarded or prejudged.

However, with the warning given by the doctors to the interviewees, the indiscriminate use of animals or parts of them for the manufacture of medicines is something that should be taken with caution (DIAS, 2019). Many species used are wild, in addition to ecological and conservationist factors, many carry with them certain pathologies that can cause the individual to worsen and spread a new disease. It is through the man-animal relationship, and the search for food and therapeutic resources, that the human being has become susceptible to contact with Zoonoses. Lewis (2021) defines zoonoses as infectious diseases that are naturally transmitted to humans through contact with vertebrate animals.

The forms of applicability for the consumption of meat, or by-products such as milk, bones, lard and fat act as potential harmful agents, showing that the connection between human beings and animals is not always beneficial, and the existence of new diseases may occur (PASSOS & MARTINS, 2020). In the study carried out by Passos and Martins (2020), the authors highlight the emergence of numerous infectious diseases that affect humans through contact with wild fauna. The same point out the diseases, such as rabies, covid-19, wild yellow fever and the acquired immunodeficiency syndrome virus (SIA). In his study on the zoonotic potential of some animals, Brito (2020) reports the origin of certain pathologies such as Chagas disease transmitted through consumption of meat from *Dasypus* sp (armadillo), *Didelphis* spp (Linnaeus, 1758) (skunk) mentioned in that work in which cooked meat is used for the treatment of rheumatism.

However, it is brought by the literature and pointed out in the present study, that cultural and religious values must be taken into account and all the dynamics towards faith and the placebo where many medicines are based on this (LIMA, et al., 2015). It is remarkable the large number of animals identified in this research and how it points to an instigation of new research on zootherapeutics.

However, the issue lies in the existing aspects between: the use of all zootherapy knowledge present among the residents, in which, in their reports, many of their children have been treated with “medicines from the bush”; and together with the availability of Basic Health Units (UBS) offered by the municipalities, and with the warnings brought by health professionals for not using these drugs, as the effectiveness or harmful effects that such practices can promote are not known clinically. Home remedies produced from animals can

trigger a reaction contrary to expectations and worsen the clinical picture of that sick person. As a result, it is necessary to clinically test each drug before use (FERREIRA, 2009).

Many drugs in fact do not have their clinical test, and therefore are quickly discarded. However, another issue leads us to analyze the way these drugs are made and their influence on adverse reactions. Silva (2010) points out that medicines made through zootherapeutic resources (which are often made with wild animals) carry with them certain microorganisms that can be extremely harmful to humans. Alves and Rosa (2005) preponderate that zoonoses are the path to adverse reactions to home remedies prescribed to patients.

However, environmental and conservation issues gain strength and space in the face of the debate about the use of zootherapeutic drugs. Although there is a record of the use of domestic species, most of the animals frequently used derive from the natural ecosystems present in the localities where the practitioners reside. As a result, in addition to hunting, wild exploration is added to the search for medicinal purposes. It is not known by the people, the species that are included in the endangered list, however, by Law ° 5197/67 I Law No. 5,197, of January 3, 1967, which prohibits hunting and the commercialization of wild species, many still use the resource clandestinely.

Acting as a strong subsidy for the practice, cultural and religious knowledge remain strongly linked to the use of homemade medicines, the questioning regarding the use even in a recommended way, remains in force among the interviewees, a portion, trust in the medicines, however their use is limited. Among the older population, trust in medicines from the local ecosystem surpasses pharmaceutical drugs, all based on their faith, as cited by Dias (2019) in his study.

## CONCLUSION

Studies carried out in West Cariri revealed that traditional knowledge is still used in the treatment of diseases. Reptiles and mammals are the main animals used for the production of medicines and by-products. The participation of women in the transmission of this knowledge is highlighted, as well as the need for further studies to improve zootherapy and deal with environmental and sociocultural issues with respect.

## REFERENCES

ALVES, R.; ROSA, I. L. Por que estudar o uso de produtos de origem animal em medicamentos tradicionais? **Revista de etnobiologia e etnomedicina**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2005.

ALBUQUERQUE, U. P. *et al.* Uso sustentável da biodiversidade e conservação de recursos naturais. **Revista brasileira de desenvolvimento territorial sustentável**, v. 3, n. 1, p. 2-10, 2017.

AZEVEDO, J. C. N. *et al.* Conhecimento e uso de animais silvestres na medicina popular, no semiárido da Paraíba, nordeste do Brasil. 2019.

BARBOSA, J. A. A; ALVES, R. R.N. “Um chá de quê?” animais utilizados no preparo tradicional de bebidas medicinais no agreste paraibano. **Biofar: revista de biologia e farmácia**, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2010.

BRITO, L. J. M. Zoonoses oriundas do consumo de carne de caça. **Práticas e cuidado: revista de saúde coletiva**, v. 1, s/v, p. E12426-e12426, 2020.

COSTA-NETO, E. M. Recursos animais utilizados na medicina tradicional dos índios pankararé que habitam no nordeste do Estado da Bahia, Brasil. **Actualidades biológicas**, v. 21, n. 70, p. 69-79, 1999.

COUTINHO, H. D. M. Validação de atividades biológicas e isolamento de produtos naturais de origem animal. Zooterapia: os animais na medicina popular brasileira. Recife: **nupeea**, s/v, s/n, p. 189-197, 2010.

COSTA-NETO, E. M. A zooterapia popular no estado da Bahia: registro de novas espécies animais utilizadas como recursos medicinais. **Ciência & saúde coletiva**, v. 16, s/n, p. 1639-1650, 2011.

COSTA-NETO, E. M.; ALVES, R. R. N. Estado da arte da zooterapia popular no Brasil. In: COSTA-NETO, E. M; ALVES, R. R. N. (ed.). Zooterapia: os animais na medicina popular brasileira. Recife: **nupeea**, v. 2, s/n. Série: **estudos & avanços**, 15-54. 2010.

COELHO, J. P. G. *et al.* O uso de zooterápicos em uma comunidade na caatinga pernambucana. **Revista brasileira de agroecologia**, v. 12, n. 3, p. 202-209, 2017.

DIAS, D. Q. Fauna medicinal em comunidades rurais do ceará: etnoveterinária e bioprospecção. Crato-ce. s/v, s/n, 2019.

FERREIRA, F. S. Avaliação do uso e da comercialização de zooterápicos no cariri cearense e caracterização biológica da banha de tupinambis merianae. s/v, s/n, 2009. **Tese de doutorado**. Dissertação de mestrado, programa de pós-graduação em bioprospecção molecular. Universidade regional do cariri, Crato, Ceará.

FERREIRA, F. S. *et al.* **A gordura corporal do lagarto tupinambis merianae é eficaz contra infecções bacterianas?** **Journal of ethnopharmacology**, v. 126, n. 2, p. 233-237, 2009.

GOIS, G. C. *et al.* Composição do mel de apis mellifera: requisitos de qualidade. **Acta veterinária brasílica**, v. 7, n. 2, p. 137-147, 2013.

JACINTO, F. O. *et al.* Bicho, cura e magia! Práticas culturais e conhecimentos tradicionais na reserva extrativista mapuá (ilha do marajó, Pará): uma perspectiva etnozoológica. **Biblioteca digital brasileira de tese e dissertações**, s/v, s/n, 2018.

LIMA, R. J. P. *et al.* Vertebrados zooterapêuticos no semiárido potiguar, nordeste do Brasil, sob a perspectiva de estudantes do ensino médio. Anais I CONAPESC... Campina grande: **Realize Editora**, s/v, s/n, 2016.

LIMA, J. R. F. Uso de recursos faunísticos em uma comunidade rural do semiárido da Paraíba-Brasil. Etnobiologia, **Revista Etnobiología**, v. 16, n. 3, p. 36-53, 2018.

LUNA, S. E. F. S. *et al.* O serviço nacional de peste e o controle da peste bubônica no nordeste brasileiro (1941-1956). s/v, s/n2021. **Tese de doutorado**.

LEWIS, J. A. Zoonoses alimentares. **Editora buqui**, s/n, s/v, 2021.

NETO, E. M. C.; RESENDE, J. J. A percepção de animais como “insetos” e sua utilização como recursos medicinais na cidade de Feira de Santana, Estado da Bahia, Brasil. **Acta scientiarum. Biological sciences**, v. 26, n. 2, p. 143-149, 2004.

OLIVEIRA, C. C. *et al.* Avaliação etnofarmacológica de zoterápicas utilizados pela população de Patos–PB. Anais I Conidis... Campina Grande: Realize Editora, s/v, s/n 2016.

PASSOS, A. J; MARTINS, V. Emergência de zoonoses transmitidas por animais silvestres. Anais do seminário interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão/ mostra de iniciação científica – TRABALHO COMPLETO Ciên. Exatas, Agrárias e Eng. s/v, s/n, 2020.

PINTO, V. B. *et al.* O léxico das comunidades indígenas do ceará na designação de doenças: reflexões para a construção de vocabulário controlado. **Perspectivas em ciência da informação**, v. 25, s/n, p. 171-193, 2020.

PRADO, D. O. P; RAMIRES, M. Rescate del conocimiento etno-zoterapéutico de la Comunidad Barra do Una (Peruíbe-SP). **Research, society and development**, v. 9, n. 12, p. E4539126111-e4539126111, 2020.

RODRIGUES, M. M.; DANTAS, C. Os diversos usos de animais em uma comunidade rural do semiárido nordestino. **Revista ouricuri**, v. 7, n. 2, p. 061-074, 2017.

ROSENDO, T. C. G. *et al.* Qualidade do atendimento nas unidades básicas de saúde: estudo de caso da unidade básica de saúde (ubs) de Santa Luzia do Cariri-PB. s/v, s/n, 2016.

SANTOS, S. S. *et al.* Conhecimento tradicional e utilização da fauna silvestre em São José da Lagoa Tapada, Paraíba, Brasil. João pessoa, paraíba, brasil. **Revista: Etnobiología**, v. 17, n. 1, p. 31-48, 2019.

SILVA, M. L. V; ALVES, A. G. C.; ALMEIDA, A. V. A zoterapia no recife (pernambuco): uma articulação entre as práticas e a história. **Revista: Biotemas**, v. 17, n. 1, p. 95-116, 2004.

SILVA, J. C.; CAMARGO, M. R. R. Atenção primária à saúde e o sistema único de saúde: conquistas e valorização. **Revista científica eletrônica de enfermagem da faef**, v. 2, n. 1, p. 1-7, 2019.

SILVA, A. C. *et al.* Propiedad antimicrobiana y perfil de toxicidad de las abejas melíferas del género *Melipona* Illiger, 1806: Una revisión integradora, 1806: uma revisão integrativa. **Research, society and development**, [s. L.], v. 10, n. 4, p. E13510413903, 2021.

SILVA, M. S. Zoterapia na comunidade indígena Santa Izabel. Trabalho de conclusão de curso, Oiapoque – AP, 15 jul. s/v, s/n, 2016.

SILVA, N. L. G. *et al.* Zoterápicas utilizados em comunidades rurais do município de sumé, semiárido da paraíba, nordeste do brasil e avaliação da atividade antibacteriana da gordura da jibóia boa constrictor (linnaeus, 1758). **Biblioteca digital brasileira de tese e dissertações**, s/v, s/n, 2010.

SILVA, A. L. Animais medicinais: conhecimento e uso entre as populações ribeirinhas do rio negro, amazonas, brasil. Boletim do museu paraense Emílio Goeldi. **Ciências humanas**, v. 3, n. 3, p. 343-357, 2008.

SANTOS-FITA, D.; COSTA-NETO, E. M. As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozootologia. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 99-110, 2007.

SANTOS, C. A. B. Reflexões sobre o uso da fauna silvestre como recurso medicinal pelos povos indígenas no semiárido nordestino reflections on the use of wildlife as a medicinal resource by indigenous peoples in the northeastern semi-arid region. **Revista ensino interdisciplinar**, v. 3, n. 08, 2017.

SEVERIANO, J.; LIMA, R. Uso de zooterápicos na zona rural do município de jaçanã, semiárido potiguar. 2018. **Trabalho de conclusão de curso**.

SOUZA, L. B. S. *et al.* Caracterização físico-química e microbiológica do mel de abelhas (*apis mellifera*) produzido no território rural de identidade parque das emas-goíás. 2017.

SOUZA, E. *et al.* Zooterapia amazônica: uso de gordura de sucuri (*eunectes murinus*) como cicatrizante natural. **Acta amazonica**, v. 47, n. 4, p. 341-348, 2017.

# INFORME SOBRE EL CONSUMO DOMÉSTICO Y LA HUELLA ECOLÓGICA, Y SU RELACIÓN CON LOS PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

*Data de submissão: 07/04/2023*

*Data de aceite: 02/06/2023*

**Liliana Fernández Suárez**

Telebachillerato de Veracruz  
San Andrés Tuxtla, Veracruz, México.  
<https://orcid.org/0009-0006-7503-5488>

**RESUMO:** Esta experiência de aprendizagem é parte de uma tese de mestrado em Ensino, cujo objetivo é implementar estratégias para fortalecer o conhecimento da Ecologia junto com propostas de Educação Ambiental, bem como o desenvolvimento de habilidades, valores e atitudes que tenham impacto fora da sala de aula, em suas vidas e atividades diárias. A atividade consistiu em preparar um relatório sobre o consumo doméstico e análise da pegada ecológica de 13 estudantes do sexto semestre - de 17 a 18 anos - de um Telebachillerato em Veracruz, México, que havia previamente identificado os principais problemas ambientais em seu ambiente. Os estudantes vivem em uma comunidade rural na região de Los Tuxtlas, importante para sua biodiversidade, por isso a ligação entre as atividades humanas e a degradação ambiental é particularmente relevante para sua conservação. Foram usados registros de campo e guias de

observação para detectar sinais de deterioração e contaminação ambiental; uma calculadora de pegada ecológica, um diário de bordo e um registro fotográfico foram usados para quantificar e classificar o lixo doméstico. A contaminação dos corpos d'água foi identificada como o principal problema local; os principais resíduos relatados foram resíduos alimentares e recipientes plásticos; embora tenha sido considerado que a pegada ecológica individual não representa um grande impacto, foram feitas sugestões para reduzir a quantidade de resíduos produzidos, assim como o consumo de produtos processados e a separação de resíduos em casa.

**PALAVRAS-CHAVE:** degradação ambiental, pegada ecológica, redução de resíduos, consumo responsável, educação ambiental.

## REPORT ON HOUSEHOLD CONSUMPTION AND ECOLOGICAL FOOTPRINT, AND ITS RELATION TO ENVIRONMENTAL ISSUES

**ABSTRACT:** This learning experience is part of a Master's thesis in Teaching, with the purpose of implementing strategies to strengthen knowledge of Ecology, along

with proposals for Environmental Education, as well as the development of skills, values and attitudes with an impact outside the classroom, in their lives and daily activities. The activity consisted of preparing a report on household consumption and the analysis of the ecological footprint of 13 students in their sixth semester -17 to 18 years old- of a Telebachillerato in Veracruz, Mexico, who previously identified the main environmental problems in their environment. The students live in a rural community in the Los Tuxtlas region, important for its biodiversity, so the link between human activities and environmental deterioration is particularly relevant for its conservation. Field records and observation guides were used to detect signs of environmental deterioration and contamination; an ecological footprint calculator, logbook and photographic record were used to quantify and classify household waste. Contamination of water bodies was identified as the main local problem; the main wastes reported were food waste and plastic containers; although it was considered that the individual ecological footprint does not represent a great impact, the students made suggestions to reduce the amount of waste produced, as well as the consumption of processed products and the separation of waste at home.

**KEYWORDS:** environmental deterioration, ecological footprint, waste reduction, responsible consumption, environmental education.

## 1 | INTRODUCCIÓN

Diversos autores han señalado la falta de vinculación entre los fundamentos de Educación Ambiental con los planes de estudio de Ecología, lo cual señala una necesidad de incluir estrategias que integren dichos principios. García-Campos (2006) señaló que el espacio natural es el mejor medio de enseñanza para vincular la teoría y la práctica, estudiar los problemas ambientales, e integrar los conocimientos de las asignaturas relacionadas. Valdez y Vergara (2018) evaluaron la relación de la Educación Ambiental en la calidad educativa en una comunidad de Ecuador; el 64% dijo conocer el tema de Educación Ambiental mientras que el 77% desconoce el significado e importancia de las estrategias ambientales.

Espejel y Flores (2016) trabajaron nociones de Educación Ambiental en un Bachillerato Tecnológico en Tlaxcala, a través de la asignatura de Ecología en el cuarto semestre; utilizaron la observación, tareas, bitácoras y un cuestionario con 120 estudiantes durante tres años, obteniendo que los alumnos fueron capaces de establecer acciones viables y creativas para mitigar el deterioro ambiental de su escuela y comunidad. Esto implica el desarrollo de habilidades, actitudes y compromisos para solucionar problemas de su entorno.

Las discusiones sobre temas ambientales en los medios se centran en problemas típicos de zonas urbanas, mientras que no hay un diálogo generalizado sobre el medio rural y la manera en que los mismos factores inciden en este ambiente (Figueroa, 1998).

Las iniciativas educativo-ambientales exigen ser contextualizadas en las comunidades locales, garantizando la supervivencia del ecosistema y una adecuada

disponibilidad de sus recursos naturales con el fin de avanzar en comunidad hacia una sociedad sustentable (Caride, 2001). Es importante que los programas de enseñanza se ajusten a las características de las comunidades, sus problemas y necesidades.

Para el desarrollo de la Educación Ambiental en el proceso de enseñanza-aprendizaje es preciso conocer y vincular los problemas ambientales de la comunidad al contenido de las asignaturas y a la planificación de actividades que permitan la participación de estudiantes, docentes y habitantes (Miranda, 2014). Es necesario organizar actividades de aprendizaje que contribuyan al cumplimiento de las normas ecológicas mediante el estudio del ambiente y la diversidad biológica en el entorno comunitario.

## 2 | METODOLOGÍA

Los objetivos de la estrategia didáctica fueron: *a) identificar y describir problemas ambientales locales; b) valorar la importancia de los recursos naturales y de su uso racional para asegurar el desarrollo sostenible; c) explicar los procesos dañinos que actúan en el ambiente y sus consecuencias; y d) promover el pensamiento crítico en los alumnos sobre la relación entre el deterioro ambiental y el consumo irracional.*

Los alumnos elaboraron un reporte abordando los problemas ambientales de su comunidad, documentando con fotografías el de mayor impacto para el ecosistema y los seres vivos. Realizaron una reflexión sobre las actividades de los habitantes que contribuyen a la situación y sobre cómo ésta afecta a la población, sugiriendo acciones para disminuir la problemática.

Llevaron un registro del consumo en el hogar y la basura generada durante una semana, clasificándola en desechos orgánicos e inorgánicos. Identificaron la materia prima o materiales de los que están hechos y sugirieron alternativas para su reutilización.

Posteriormente, enlistaron sus actividades cotidianas y los recursos consumidos en cada una, reflexionando sobre el impacto generado, y consultaron la página [www.tuhuellaecologica.org/](http://www.tuhuellaecologica.org/) para realizar el cálculo de su huella ecológica con base en sus hábitos de consumo. Tras analizar los resultados y la lista de recursos diarios utilizados, redactaron un ensayo considerando acciones para disminuir su huella.

## 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron las principales problemáticas en la comunidad, analizando sus causas e incluyendo sugerencias para corregirlas o mitigarlas (fig. 1).

## 49

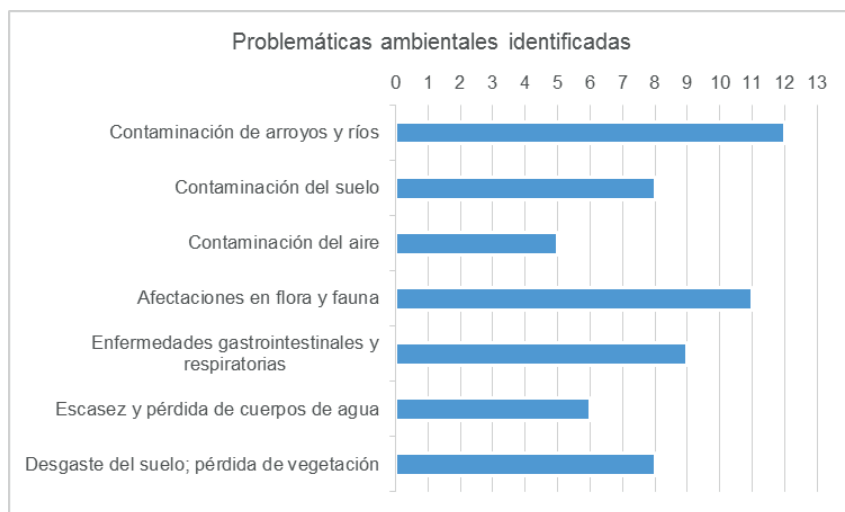


Figura 2. Principales problemáticas identificadas en la comunidad.

Identificaron los hábitos de consumo y desecho de la población como las principales causas de impacto: vertido de aguas negras en calles, acumulación de botellas y bolsas plásticas; actividades recreativas y domésticas en arroyos. Señalaron el uso de plaguicidas y fertilizantes como contaminantes y la tala de árboles para obtención de leña (fig. 3).

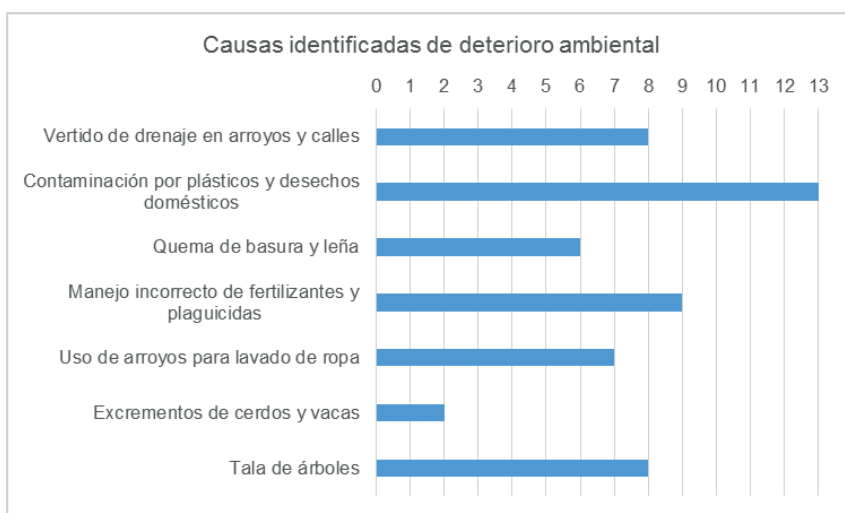


Figura 3. Principales causas de deterioro ambiental en la comunidad.

Las soluciones propuestas para disminuir la contaminación de las fuentes de agua y del suelo fueron: realizar campañas de limpieza, separar la basura, no permitir animales domésticos sueltos, asignar roles de limpieza e informar a la población de las consecuencias

que genera este problema; se sugirió que las autoridades, junto con la clínica de salud, supervisen que la comunidad cumpla con estas medidas (fig. 4).

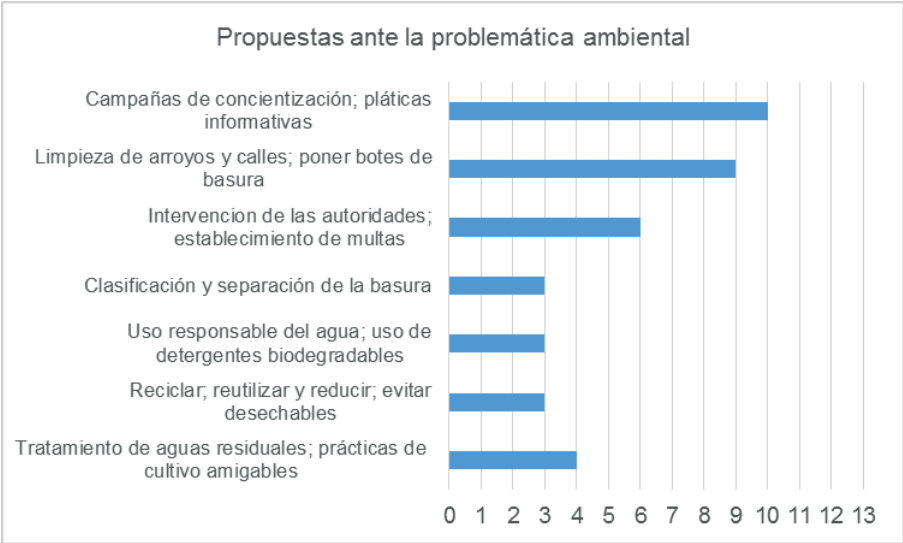


Figura 4. Propuestas para combatir el deterioro ambiental en la comunidad.

El 77% coincidió en que la difusión de información y la promoción de campañas de limpieza son clave para generar conciencia en los habitantes. Apuntaron también a la responsabilidad de las autoridades respecto a la falta de un drenaje adecuado y un servicio de limpia más eficiente, mencionando la actitud de descuido y apatía por parte de la comunidad. Señalaron que es necesario hacer consciencia sobre el impacto de las actividades humanas diarias en su entorno, y asumir medidas sanitarias y hábitos de higiene favorables respecto al desecho de residuos en el hogar y las calles.

Para el reporte sobre consumo en el hogar, se anotaron los desechos producidos durante la semana: los de origen orgánico (cáscaras de huevo, fruta, huesos), envases de leche y bebidas; papel, cartón, envolturas y bolsas plásticas (fig. 5).

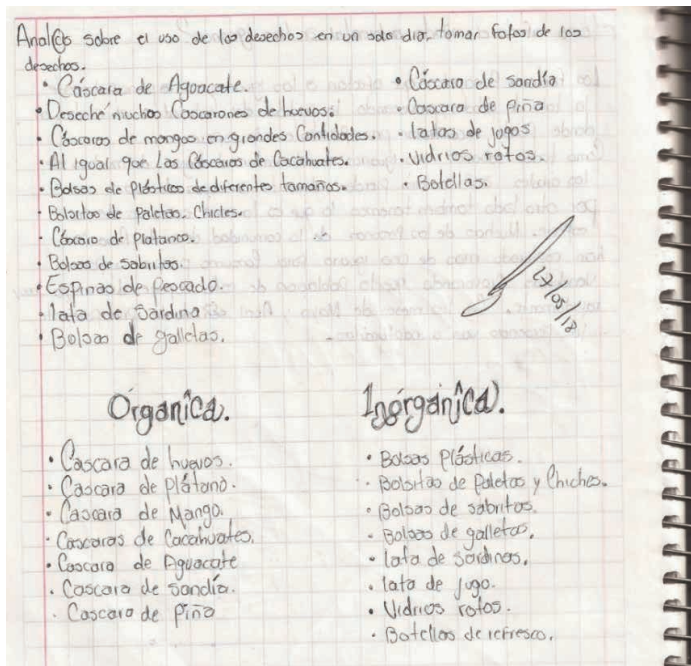


Figura 5. Reporte sobre desechos en el hogar.

El servicio de limpia acude una vez a la semana en la comunidad; se registraron 4- 5 bolsas de basura por casa. Se mencionó el hecho de atraer plagas como moscas, hormigas y cucarachas debido a la basura acumulada, por lo que muchas veces se quema. Para disminuir la cantidad de desechos, se sugirió la reducción en el consumo de productos, la selección de aquellos con menos envolturas y la separación de residuos orgánicos e inorgánicos.

Para el reporte de huella ecológica, los estudiantes elaboraron una reflexión con base en sus respuestas a la encuesta, considerando los indicadores correspondientes a su estilo de vida.

Enlistaron las actividades que realizan a diario como: asearse, preparar y consumir alimentos, lavar ropa y trastes, realizar tareas escolares, escuchar música, utilizar su celular, ver televisión. Para cada una, mencionaron los materiales, recursos (agua, electricidad, leña) y productos utilizados (jabón, desodorante, dentífrico) (fig. 6).

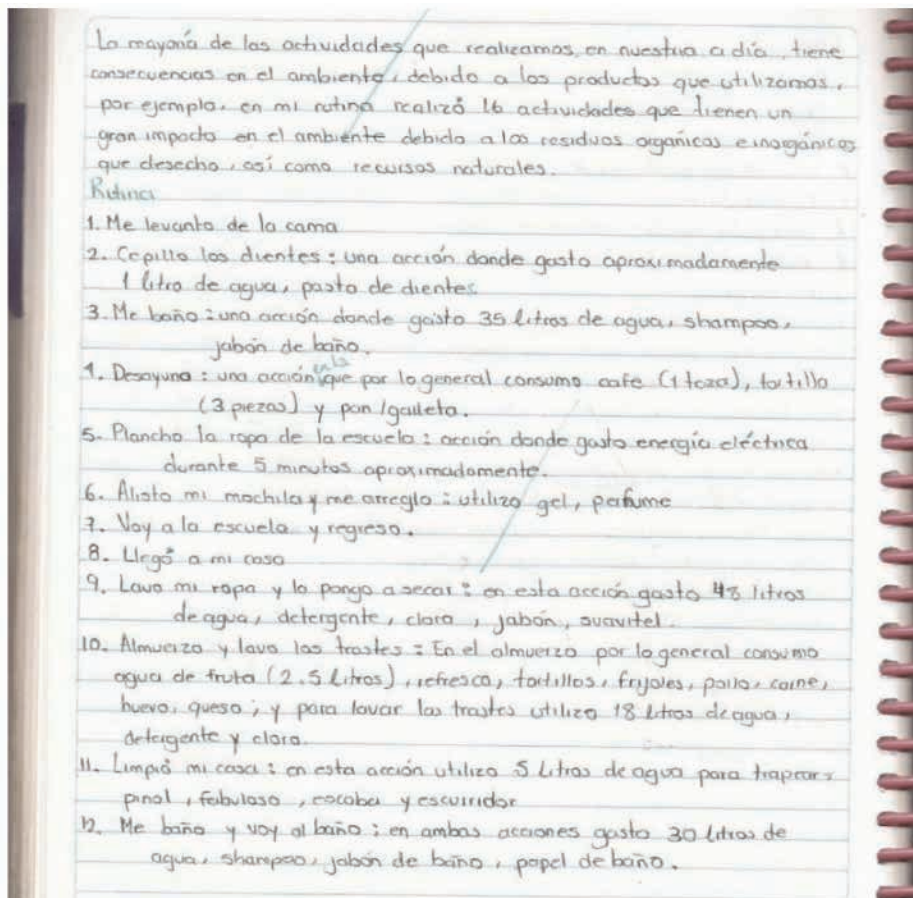


Figura 6. Lista de actividades diarias y recursos usados.

Al analizar el impacto de sus actividades, consideraron cómo cada producto utilizado se incorpora al medio; se mencionaron cantidades aproximadas del recurso consumido: litros de agua al lavarse los dientes, horas que permanece encendido el televisor, tiempo de carga y uso del celular.

Se comentaron los hábitos de consumo y cómo evitar el consumismo. Como alternativas al desecho o como ideas para reutilizar los materiales recuperables, se sugirió alimentar a mascotas (perros y pollos) con residuos orgánicos o enterrarlos en el patio, mientras que para materiales como cartón o botellas se sugirió elaborar adornos y utensilios para el hogar. Detallaron el consumo de recursos en sus actividades, vinculando el uso de productos con las problemáticas ambientales de la comunidad mencionadas previamente (fig 7).

3. Lavar ropa: Cuando lavamos ropa utilizamos blanqueadores y limpiadores en polvo, sin embargo estos productos contienen sustancias químicas como Fosfato de Sodio, Hidróxido de sodio/potasio, peróxido de hidrógeno, hipoclorito de sodio/calcio que contaminan el agua produciendo un efecto corrosivo, tóxico e irritante en él; además disminuye el oxígeno del agua, pero no solo eso sino que también pueden causar la muerte de las especies marinas.

Actividades cotidianas que contaminan el aire:

1. Cocinar: Cuando cocinamos utilizamos leña y cuando esta se quema, se sueltan partículas que se combinan con el oxígeno y producen Dióxido de Carbono, pero en algunas ocasiones estas partículas pueden producir ozono ( $O_3$ ) que es un compuesto muy tóxico para los seres humanos.

2. Peinarse: Cuando nos peinamos generalmente utilizamos gel u otro producto que sirve para alisar el cabello, sin embargo estos productos contienen sustancias químicas que cuando se ponen en contacto con el aire generan alteración en el ambiente.

3. Planchar la ropa: Cuando planchamos la ropa combinamos el aire caliente o el vapor que proviene de la plancha con el aire de la superficie y produce un desequilibrio en el ambiente que favorecen en algunas ocasiones al cambio climático.

4. ¿Cómo puedes evitar o reducir la contaminación del agua, aire o suelo?

La mejor manera de reducir la contaminación es disminuir el consumo de productos químicos que son altamente tóxicos para el ambiente, además nosotros como personas tenemos que conscientizar el daño que le hacemos al ambiente. Algunas medidas para evitar o reducir la contaminación son:

- Dejar de tirar la basura en los ríos y las calles.
- Dejar de quemar la basura, principalmente los plásticos.
- Disminuir la cantidad de fertilizantes que se utilizan en el campo.
- Utilizar la regla de las tres R: Reducir, Reclamar y Reutilizar algunas cosas que aún sirven.

Figura 7. Descripción del impacto del consumo y uso de recursos como parte de la huella ecológica

Concluyeron que su huella ecológica individual es menor comparada con la de una zona urbana, ya que la mayoría de los hogares son pequeños y/o no cuentan con muchos electrodomésticos que generen un gasto de energía excesivo; ninguno posee un vehículo. Sin embargo, consideraron que el impacto en la contaminación de recursos naturales de la comunidad es mayor que en el consumo de energía. Los alumnos expresaron la intención de hacer ajustes en el consumo de recursos en sus actividades diarias, como monitorear el uso de energía eléctrica y poner letreros en baño o cocina sobre el uso moderado de agua, para involucrar a otros miembros de la familia (fig. 8).

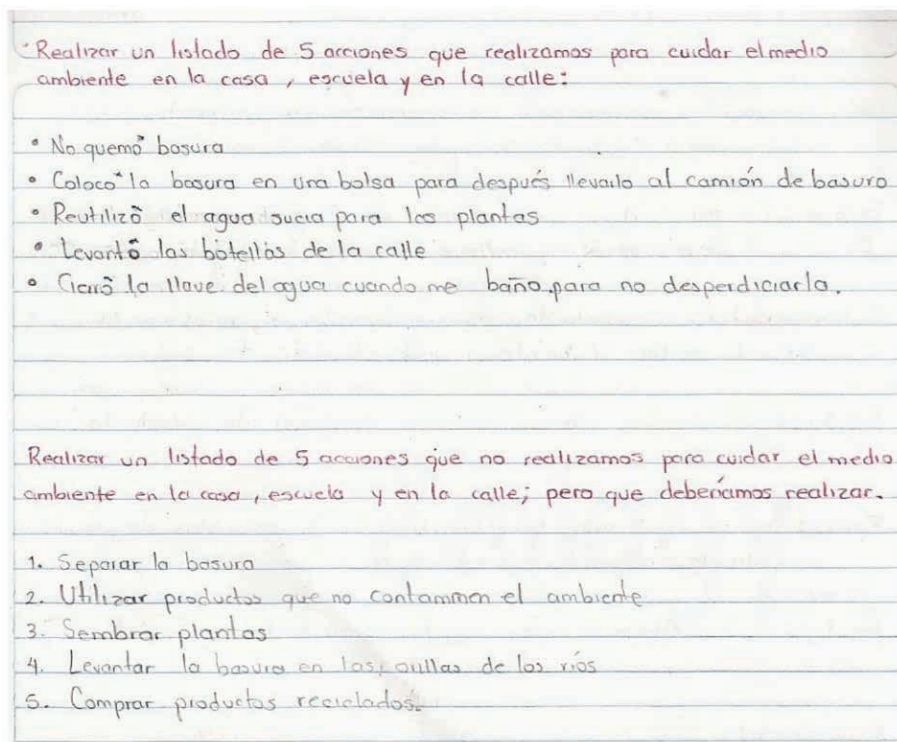


Figura 8. Sugerencias de acciones para disminuir el impacto y la huella ecológica

## 4 | CONCLUSIONES

Este tipo de actividades contribuyen a la Educación Ambiental al aumentar los conocimientos de los estudiantes e involucrarlos emocionalmente en experiencias que influyen en su compromiso y acción hacia la preservación del ambiente.

Los estudiantes reconocieron que el deterioro ambiental en su comunidad es un problema cultural y que sus acciones forman parte del mismo, comprendiendo la importancia de regular y disminuir el consumo, reutilizar materiales y aprender a deshacerse de los residuos en una forma más eficiente y respetuosa hacia el ambiente. Los reportes y ensayos sobre las problemáticas locales, los hábitos de consumo, el impacto de las actividades cotidianas y su relación con el deterioro ambiental, contribuyeron a la expresión de habilidades para la reflexión y el análisis.

Las estrategias ayudaron a relacionar las nociones estudiadas en clase con los fenómenos de su entorno, reflexionando sobre su impacto en el mismo, de manera que muestren una disposición por llevar a cabo acciones y actitudes a favor del cuidado del ambiente.

## REFERENCIAS

Caride, José Antonio. *La Educación Ambiental en el Desarrollo Humano: horizontes para la sustentabilidad ecológica y la responsabilidad social*. Universidad de Santiago de Compostela. Centro Nacional de Educación Ambiental. España, 2001.

Espejel, Adelina; Flores, Aurelia. Experiencias exitosas de educación ambiental en los jóvenes del Bachillerato de Tlaxcala, México. **Revista Luna Azul**, Universidad de Caldas, Colombia. Núm. 44, enero-junio. pp. 294-315, 2017.

Figueroa, Adrián. **Alfabetización ambiental en San Luis Potosí**. Encuentro de Educación Ambiental. Región II. SEMARNAP. México. pp. 87-98, 1998.

García-Campos, Helio. Diversidad de actores y educación ambiental en la región Los Tuxtlas- Sierra de Santa Marta, Veracruz. Un enfoque estratégico. En: Barahona, A. y L. Almeida (Coords.), **Educación para la Conservación**. UNAM. Las Prensas de Ciencias: México, 2006.

Miranda, Aurora. Educación ambiental en el proceso de enseñanza-aprendizaje en Primaria, Secundaria y Preuniversitario. **Revista Vinculando**, 2014.

Valdez, Nathaly; Vergara, Carla. **Relación de la educación ambiental en la calidad educativa en la comunidad San Miguel de Los Tres Charcos**. Tesis de Licenciatura. Calceta: ESPAM MFL, Ecuador, 2018.

# AS COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DA DOCÊNCIA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

*Data de submissão: 30/05/2023*

*Data de aceite: 02/06/2023*

**Rosi Maria Prestes**

Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul  
Porto Alegre, RS  
<http://lattes.cnpq.br/4496073429161202>

**Maria Cecília de Chiara Moço**

Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul  
Porto Alegre, RS  
<http://lattes.cnpq.br/8433358795808593>

**RESUMO:** O ensino de botânica está inserido na BNCC na Unidade Temática Vida e Evolução, na área de Ciências da Natureza. O objetivo do trabalho foi a análise das disciplinas do currículo, considerando as competências BNC-Formação, a fim de promover a reflexão sobre a abordagem do ensino de botânica nos currículos dos cursos de licenciatura para a formação inicial de professores de ciências, para os anos finais do Ensino Fundamental. A pesquisa documental foi realizada a partir da análise dos currículos dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas das quatro Universidades Federais do Rio Grande do Sul. Os currículos dos cursos foram estudados a

partir de uma leitura exploratória do Projeto Pedagógico do Curso e da Matriz Curricular, disponíveis nos sites das Universidades. A organização do conteúdo de botânica fragmentado em diversas disciplinas nos cursos de licenciatura e a carga horária destinada ao conteúdo específico e não ao desenvolvimento de estratégias de ensino de botânica não atendem a dimensão conhecimento. Também não houve uma aproximação maior com a dimensão prática, pois ainda são poucas as ações de ensino direcionadas à aprendizagem do estudante da educação básica, já que ainda persiste uma grande carga horária prática do currículo da licenciatura que se limita a relatórios descritivos para complementar a teoria de conhecimentos específicos da botânica. Também fica distante da dimensão engajamento, pois não existem momentos em que os licenciandos se comprometem com a aprendizagem dos estudantes, nem com o Projeto Pedagógico da escola ou com o contexto de vida e familiar dos alunos, fora da vivência do estágio obrigatório nas escolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ciências da Natureza; Ensino de Botânica; BNC-Formação de Professores.

## SPECIFIC TEACHING SKILLS FOR TEACHING BOTANY IN INITIAL TEACHER TRAINING

**ABSTRACT:** The teaching of botany is inserted in the BNCC in the Thematic Unit Life and Evolution, in Natural Sciences. The objective of this work was to analyze the BNC-Formation to promote reflection on the approach to teaching botany in the curricula of degree courses for the initial training of science teachers for the final years of elementary school. The documentary research was conducted from the analysis of the curricula of the Degree in Biological Sciences courses of the four Federal Universities of Rio Grande do Sul. The course curricula were studied based on an exploratory reading of the Course's Pedagogical Project and the Curricular Matrix available on the University's websites. The organization of botany content fragmented into different disciplines in undergraduate courses and the workload allocated to specific content and not to the development of botany teaching strategies do not meet the knowledge dimension. There was also no greater approximation with the practical dimension, as there are still few teaching actions aimed at basic education student learning, since there is still a large practical workload of the teaching degree curriculum that is limited to descriptive reports to complement the theory of specific knowledge of botany. It is also far from the engagement dimension, as there are no moments when undergraduates are committed to student learning or to the school's Pedagogical Project or to the students' life and family context, outside the experience of the mandatory internship in schools.

**KEYWORDS:** Natural Sciences; Botany Teaching; BNC-Teacher Education.

### 1 | INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Básica entrou em vigor em 2018. Este documento, desde então, passa a ser o documento normativo para as redes de ensino e suas instituições públicas e privadas, uma referência obrigatória para elaboração dos currículos escolares e propostas pedagógicas para a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio no Brasil. (BRASIL, 2018a).

Atualmente, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica instituem a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação ou BNC-FI), definidas na Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019, (BRASIL, 2019b), devem ter como referência a implantação da BNCC Educação Básica. Logo, os cursos de formação de professores devem desenvolver as competências gerais e específicas previstas nesse documento. As competências específicas estão distribuídas em três dimensões fundamentais, as quais são interdependentes e sem hierarquia entre si: I - conhecimento profissional; II - prática profissional e; III - engajamento profissional.

A BNC-Formação usa a definição de competência como “a capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situação.” (BRASIL, 2018b, p. 42). Assim, atribui à competência uma forma de “esquema de pensamento das operações mentais complexas (a forma) e os conteúdos contidos e que compõem o esquema de

ação.” (BRASIL, 2018b, p. 42).

Na BNCC, as habilidades da área das Ciências da Natureza estão distribuídas em três unidades temáticas: Matéria e Energia; Vida e Evolução e; Terra e Universo. O estudo das plantas deve ser desenvolvido na unidade temática Vida e Evolução, que propõe para o Ensino Fundamental “[...] o estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, [...]” (BRASIL, 2018a, p. 326). Já no Ensino Médio, privilegia-se os conhecimentos conceituais, considerando a continuidade da proposta do Ensino Fundamental. No entanto, Ursi, Freitas e Vasques (2021) chamam a atenção que os documentos norteadores da educação foram diminuindo gradativamente os conteúdos de botânica, o que indica a desvalorização desse tema nos currículos e nas abordagens em sala de aula. O estudo da BNCC, feita pelos autores acima citados, mostrou que a botânica é citada no segundo ano do ensino fundamental nos Objetos do Conhecimento, da unidade Vida e Evolução, que cita “seres vivos no ambiente” e “plantas” em três habilidades. Também aparece a citação de “plantas” em uma habilidade do 8º ano. No Ensino Médio não cita, explicitamente, as “plantas” ou “vegetal” em nenhuma habilidade. (URSI; FREITAS; VASQUES, 2021).

Como a BNCC influencia o currículo de formação de professores, acredita-se que vem ocorrendo também a desvalorização da botânica no currículo dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, o que pode vir a agravar cada vez mais essa situação. Professores mal preparados tendem a evitar a abordagem dos assuntos relacionados às plantas na sua atuação profissional futura. Esse ciclo já foi citado por Ursi *et al.* (2018), que aponta a melhoria na formação dos professores e a valorização do trabalho docente como elementos essenciais para a promoção da boa qualidade do ensino de botânica na educação básica.

Por consequência, a carência de habilidades que ressaltam a importância do estudo das plantas na BNCC pode agravar também o fenômeno descrito por Parsley (2020) como “*Plant awareness disparity*”, traduzida no Brasil em 2022, por Ursi e Saladino como “Impercepção botânica”. Parsley (2020) ressalta que esse fenômeno se refere à falta de interesse das pessoas pelas plantas, a falta de atitudes positivas em relação às plantas e a falta de conhecimento da importância das plantas no ambiente. A existência desse fenômeno na sociedade provoca perdas da biodiversidade vegetal e a falta de investimento financeiro aos projetos de conservação de espécies de plantas ameaçadas (MARGULIES *et al.*, 2019; BALDING; WILLIAMS, 2016; HAVENS; KRAMER; GUERRANT JR, 2014; MARTIN-LÓPEZ *et al.*, 2009). Estratégias de combate a impercepção botânica devem ser desenvolvidas ainda nos primeiros anos de vida da criança, com a alfabetização científica e a educação ambiental. Logo, a qualidade da capacitação durante a formação de professores é uma intervenção importante para alcançar esses objetivos na escola.

Alguns trabalhos já apontam as soluções que devem ser implementadas, como a contextualização das plantas na cultura, história e cotidiano do aluno; realização

de atividades práticas com plantas vivas; uso de saídas de campo em áreas verdes; interdisciplinaridade e metodologias que promovam o aprendizado ativo. (PEDRINI; URSI, 2022; URSI; FREITAS; VASQUES, 2021; URSI *et al.*, 2018).

Por outro lado, nas universidades públicas, em que a pesquisa científica está atrelada ao ensino, a organização das disciplinas de botânica no currículo dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas confere com as áreas de pesquisa ditadas pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia (CNPQ, 2022). Nesse sentido, este trabalho visa a análise das disciplinas de botânica dos currículos dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, das Universidades Federais do Rio Grande do Sul, a fim de identificar a relação com as competências específicas de formação de professores.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A educação contemporânea está alicerçada no desenvolvimento científico e tecnológico, no entanto, o mesmo desenvolvimento científico e tecnológico que resulta em novos ou melhores produtos e serviços também pode promover desequilíbrios na natureza e na sociedade. Assim, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do Letramento Científico, visando o transformar, com base nos aportes teóricos e processuais das ciências.

A área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos da educação básica o acesso ao conhecimento científico produzido ao longo da história. Por sua vez, a botânica apresenta uma conexão profunda e fundamental para entender a complexidade e a conexão dos ecossistemas aquáticos e terrestres e sua biodiversidade. Portanto, realizar pesquisa com base no currículo de formação inicial de professores é essencial para fazer análises e levantar discussões acerca da importância deste contexto, abordando aproximações e distanciamentos no currículo dos cursos de licenciatura com ênfase no ensino de botânica.

A construção do currículo deve sofrer a influência da transformação da sociedade, mantendo-se atualizado com as mudanças. Conforme Moreira e Silva (2005, p. 146), “na escola se considerou currículo como instrumento por excelência do controle social que pretendia estabelecer. Coube, assim, à escola, inculcar os valores, condutas e os hábitos adequados.” Dessa forma, o currículo é, definitivamente, um espaço de poder. O conhecimento corporificado no currículo carrega as marcas indeléveis das relações sociais de poder. O currículo tem papel decisivo na reprodução da estrutura de classes da sociedade capitalista atual, sendo encarado como aparelho ideológico do estado capitalista e da ideologia dominante. Silva (2015, p. 147) considera o:

[...] currículo como lugar, espaço, território, uma relação de poder. O currículo é trajetória, viagem, percurso. O currículo é autobiografia, nossa vida, *curriculum vitae*: no currículo se forja nossa identidade. O currículo é documento de identidade.

ABNCC traz a definição de competência, de acordo com Perrenoud (2000, p. 15 apud BRASIL, 2019c, p. 42) como “a capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situação.” Trata-se de um saber-fazer, pois competência pressupõe ação e movimento. Neste sentido, as competências específicas para a formação inicial e continuada de professores, previstas na BNC-formação de professores, abordam três dimensões: Conhecimento, Prática e Engajamento.

O **conhecimento** se refere ao domínio intelectual dos conteúdos e as diversas formas de abordá-los em sala de aula, sempre procurando respeitar as diferenças e ritmos individuais. O professor também deve conhecer a cultura dos seus alunos e o contexto familiar e social da comunidade escolar na qual está inserido. (BRASIL, 2019b).

A **prática** está relacionada ao planejamento das ações de ensino, com criatividade, a fim de proporcionar uma aprendizagem efetiva. Também deve gerir os ambientes de aprendizagem para estabelecer condições de realizar uma avaliação da aprendizagem contínua e justa. (BRASIL, 2019b).

No terceiro e último eixo está o **engajamento**, o qual se refere ao esforço pessoal no seu próprio desenvolvimento profissional, participando da elaboração do projeto pedagógico da instituição de ensino e da construção de valores democráticos. Além de ter uma relação de respeito e empatia com colegas e familiares de seus alunos. (BRASIL, 2019b).

A educação deve formar um ser humano integral, não apenas preparado para o mercado de trabalho, mas um cidadão consciente e crítico. Logo, o engajamento também se remete a atualização e acompanhamento das mudanças da sociedade ao longo do tempo. A formação permanente é muito significativa para a práxis do professor e para a aprendizagem dos educandos. É importante destacar conteúdos que norteiam a formação continuada dos educadores e o seu compromisso social, com ênfase em sua prática e a competência profissional, bem como o caráter contínuo e interdisciplinar. (PRESTES; BOFF, 2020).

A docência exige múltiplas habilidades, assim o docente precisa dominar sua área do conhecimento e, ao mesmo tempo, sua didática e metodologia devem propor um modelo de ensino mais efetivo e adequado. O professor, por trabalhar com pessoas e prepará-las para o exercício profissional e da cidadania, talvez seja o profissional mais cobrado em sua formação, com a necessidade contínua de atualização. (PRESTES; BOFF, 2020).

A BNCC também destaca a importância de uma abordagem interdisciplinar, porque a aprendizagem não se dá de forma fragmentada, mas sim pelo todo. A sociedade está sempre em transformação, organizada fortemente com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Por isso, a escola necessita de espaços educativos inovadores, com uma forte interação humana, visando uma existência individual e coletiva. Neste sentido, a interdisciplinaridade pode ser considerada uma concepção de currículo integrado que valoriza as disciplinas individuais e suas inter-relações, “a interdisciplinaridade pressupõe considerar a organização disciplinar e, ao mesmo tempo, conceber formas de inter-

relacionar as disciplinas a partir de problemas e temas comuns, situados nas disciplinas de referência.” (LOPES; MACEDO, 2011, p. 132).

Importante destacar que a interdisciplinaridade surgiu na França e na Itália, em meados da década de 60, em um período marcado pelos movimentos estudantis (FAZENDA, 2005). Apesar da interdisciplinaridade ter influenciado na legislação e nos documentos normativos educacionais no Brasil (ZANOTTO, 2005), não foi incorporada nos currículos devido ao forte movimento positivista que ainda valorizava as especialidades, desde a reforma universitária de 1968. (MARTINS, 2009).

A interdisciplinaridade é uma questão de atitude. Segundo Peña (2001 p. 62), “é preciso ter coragem de mudar, de romper com a forma, com o objetivismo, de transformar o ato pedagógico em um ato de conhecimento de vida, para que o aluno saiba enfrentar a vida em um processo dialético entre a teoria e a prática.”

Os currículos dos cursos de formação inicial de professores apresentam o cumprimento da legislação específica com carga horária adequada, porém, existe uma fragmentação dos saberes, separado em disciplinas e áreas do conhecimento sem de fato aproximar e contextualizar. O que agrava ainda mais a formação da identidade docente é a organização dos conhecimentos biológicos separados dos pedagógicos, o que não permite um desenvolvimento maior das competências específicas. Diante disso, cabe destacar a importância de analisar aspectos sobre o ensino de botânica nos currículos dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas.

### 3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa documental foi realizada a partir da análise dos currículos dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, das quatro Universidades Federais do Rio Grande do Sul que serão citadas no texto por meio dos códigos CA, CB, CC e CD.

Os currículos dos cursos foram estudados a partir de uma leitura exploratória do Projeto Pedagógico do Curso e da Matriz Curricular, disponíveis nos sites das Universidades. Durante a leitura, buscou-se informações na matriz curricular e nas ementas das disciplinas obrigatórias que abordassem os conteúdos de botânica. Nessa pesquisa, o conteúdo de botânica se refere ao estudo de todos os organismos fotossintetizantes, incluindo cianobactérias, algas, briófitas e plantas vasculares. Também foram incluídas na amostra as disciplinas sobre fungos, por serem, historicamente, ministradas por docentes e pesquisadores lotados nos departamentos de botânica. Considerou-se interdisciplinaridade: 1) a integração entre os diferentes conteúdos, dentro dos conhecimentos biológicos (ex. Zoologia e Botânica); 2) dentro da área de Ciências da Natureza (biologia, física e química) e; 3) entre a área de Ciências da Natureza e outras áreas do conhecimento (Humanas, Linguagens, Matemática).

A partir da análise, buscamos contabilizar a carga horária total das disciplinas no

currículo, identificar como os conteúdos foram distribuídos nas disciplinas ao longo do curso, a ocorrência de uma abordagem interdisciplinar e a presença de Práticas como Componente Curricular na carga horária das disciplinas.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os Projetos Pedagógicos de Curso (PPC) e a matriz curricular dos quatro cursos. A análise buscou as disciplinas que citavam “vegetal”, “planta”, “fungos” e “botânica” no nome da disciplina ou em suas ementas e objetivos.

### 4.1 Carga horária total das disciplinas no currículo

Todos os cursos analisados apresentaram a carga horária total do curso acima da carga horária mínima de 3.200 horas, exigidas na Resolução CNE n. 2/2002 (Quadro 1). O CA foi o que apresentou maior carga horária total, mas foi o CB demonstrou maior carga horária de conteúdo de botânica.

IES	Carga horária total do curso	Carga horária de botânica	Percentagem de botânica (%)
CA	3555	345	9,70
CB	3350	465	13,88
CC	3260	270	8,28
CD	3435	255	7,42

Quadro 1: Carga horária dos cursos de licenciatura analisados

Fonte: Elabora pelas Autoras (2023), com base nos documentos analisados.

### 4.2 Distribuição dos conteúdos de botânica nas disciplinas obrigatórias e interdisciplinaridade

As disciplinas obrigatórias com conteúdo de botânica estão distribuídas ao longo do curso em todos os currículos analisados. O número de disciplinas é variável, entre 5 e 8 (Quadro 2). Os cursos que apresentaram maior número de disciplinas e a maior carga horária foram aqueles que incluíram em seu currículo disciplinas mais abrangentes, com aspectos de outros seres vivos, além dos organismos fotossintetizantes, sendo consideradas como interdisciplinares. É o caso de disciplinas de Biologia Celular, que citaram em seu conteúdo programático ou na ementa os termos “célula vegetal” e “cloroplasto”, e de disciplinas sobre Biodiversidade, que abordavam mais de um grupo de seres vivos. Não foram registradas disciplinas com integração de conteúdos de biologia com os de física e química, nem de conteúdos da área de Ciências da Natureza com outras áreas do conhecimento (Humanas, Linguagens, Matemática).

IES	Disciplinas obrigatórias	Interdisciplinar(*)
CA	8	SIM (3)
CB	8	SIM (2)
CC	6	NÃO
CD	5	NÃO

Quadro 2: Número de disciplinas obrigatórias com conteúdo de botânica no currículo e a presença de uma abordagem interdisciplinar.

Fonte: Elabora pelas Autoras (2023), com base nos documentos analisados.

(\*) os números entre parênteses correspondem ao número de disciplinas com uma abordagem interdisciplinar.

O trabalho interdisciplinar vem sendo recomendado em todas as Diretrizes Curriculares Nacionais e em todos os níveis de ensino. De acordo com a BNCC, as redes de ensino e as instituições escolares da educação básica são autônomas para decidir sobre as formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares (BRASIL, 2018). No entanto, nenhum desses documentos oficiais explica, descreve ou define como essa interdisciplinaridade deve ocorrer na prática. Dessa forma, o termo se tornou um “jargão pedagógico” presente nos discursos dos educadores, mas não se concretiza na prática docente.

O exercício interdisciplinar também é recomendado para a formação de professores. O licenciando não tem como aprender sozinho. É necessário incluir essa prática na formação de professores para que alcance a escola. No entanto, a fragmentação do conteúdo em disciplinas nas universidades reforça a continuidade de um ensino tradicional e distancia o futuro professor de métodos inovadores. De acordo com Fernández-Ríos (2010) a fragmentação do conhecimento na prática acadêmica está relacionada aos interesses, não só acadêmicos, mas também políticos. A pesquisadora Ivani Fazenda (2005, p. 13) ressaltou que “O primeiro passo para a aquisição conceitual interdisciplinar seria o abandono das posições acadêmicas prepotentes, unidirecionais e não rigorosas que fatalmente são restritivas, primitivas e ‘tacanhas’ [...]”. Jupiassú (1976) também manifestou que as leis e medidas administrativas não são suficientes para mudar “[...] hábitos tão arraigados, a rotinas e estruturas mentais solidamente estabelecidas.”

Os conteúdos de botânica são organizados em disciplinas que seguem as áreas do conhecimento do CNPq, que se referem às linhas de pesquisa acadêmica. Foram encontrados, em todos os currículos analisados, a distribuição das disciplinas em Morfologia e Anatomia, Sistemática e Fisiologia Vegetal. No entanto, essa distribuição de conteúdo não atende a formação de professores da educação básica, os quais devem fazer um trabalho contextualizado e interdisciplinar na área de Ciências da Natureza.

### 4.3 As Práticas como Componente Curricular nas disciplinas

No CA, CB e CD as ementas das disciplinas citaram termos como “prática pedagógica”, “Ensino Fundamental e Médio”, “material didático” e “escola”. No Quadro 3 é possível verificar o número de disciplinas em que houve a inclusão das Práticas como Componente Curricular (PCC) junto às disciplinas obrigatórias de botânica. Diferente dos demais cursos, o CC incluiu as PCC no currículo em disciplinas separadas e exclusivas, desconectadas dos conteúdos específicos de botânica. A PCC é uma prática relacionada ao ensino que pode ser a produção de um recurso didático, uma transposição didática na escola ou fora dela, em ambientes educacionais formais e não formais, observação na escola, assim como momentos de vivência no ambiente escolar. Segundo o Parecer CNE/CP n. 28/2001, “a prática um trabalho consciente [...] de apoio do processo formativo, a fim de dar conta dos múltiplos modos de ser da atividade acadêmico-científica.” (BRASIL, 2001, p. 9).

IES	Disciplinas obrigatórias	PCC (*)
CA	9	SIM (7)
CB	8	SIM (5)
CC	6	NÃO
CD	5	SIM (2)

Quadro 3: Número de disciplinas obrigatórias com conteúdo de botânica no currículo e a presença da Prática como Componente Curricular (PCC).

Fonte: Elabora pelas Autoras (2023), com base nos documentos analisados.

(\*) os números entre parênteses correspondem ao número de disciplinas com a presença de PCC.

A iniciativa de incluir as PCC dentro das disciplinas específicas é de extrema importância para a formação dos licenciandos, que podem vivenciar a transposição didática em um ambiente seguro e com assistência. Dessa forma, cumpre sua função de articular entre os conhecimentos do conteúdo específico com a reflexão pedagógica.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O currículo e sua construção social apontam várias reflexões acerca de como fazer uma educação que forme cidadãos e não apenas pessoas para o mercado de trabalho. Como alternativa, a interdisciplinaridade é apontada visando à integração das disciplinas através de uma axiomática comum, caracterizando-se como uma atitude de busca e inclusão.

Ao estudar Ciências, as pessoas aprendem a respeito de si mesmas, da diversidade e dos processos de evolução e manutenção da vida. Essas aprendizagens, entre outras,

possibilitam que os alunos compreendam, expliquem e intervenham no mundo em que vivem.

Apesar de se notar algumas tentativas de abordagem interdisciplinar, essas se limitaram à integração entre conteúdos biológicos. A organização do conteúdo de botânica se encontra fragmentado em diversas disciplinas nos cursos de licenciatura e a carga horária destinada ao conteúdo específico e não ao desenvolvimento de estratégias de ensino de botânica, ainda é dominante e não atende a dimensão conhecimento. Também não houve uma aproximação maior com a dimensão prática, pois ainda são poucas as ações de ensino direcionadas à aprendizagem do estudante da educação básica, já que ainda persiste uma grande carga horária prática do currículo da licenciatura que se limita aos relatórios descritivos, para complementar a teoria de conhecimentos específicos da botânica. Também fica distante da dimensão engajamento, pois não existem momentos em que os licenciandos se comprometem com a aprendizagem dos estudantes nem com o Projeto Pedagógico da escola ou com o contexto de vida e familiar dos alunos, fora da vivência do estágio obrigatório nas escolas.

A educação é o caminho para a transformação social da sociedade a qual passa por um momento de mudanças profundas no comportamento humano. Há necessidade de uma educação que alie e articule as disciplinas de forma interdisciplinar, promovendo mudanças desejáveis e relativamente permanentes nos indivíduos e que estas venham a favorecer o desenvolvimento integral do homem. Sendo assim, será fundamental para a construção da cidadania, na qual os cidadãos possam descobrir a sua real capacidade de compreender o mundo.

## REFERÊNCIAS

BALDING, M.; WILLIAMS, K.J.H. Plant blindness and the implications for plant conservation. **Conservation Biology**. Washington/DC, v. 30, n. 6, p. 1192-1199, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**: a educação é a base. Brasília/DF: Ministério da Educação (MEC), 2018a.

BRASIL. **Proposta da Base Nacional Comum da Formação de professores da Educação Básica**. Brasília/DF: Ministério da Educação (MEC); Conselho Nacional de Educação (CNE), 2018b.

BRASIL. Parecer CNE/CP n. 28, de 02 de outubro de 2001. Dá nova redação ao Parecer CNE/CP n. 21/2001, que estabelece a duração e a carga horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena **Diário Oficial da União (DOU)**. Brasília/DF, out. 2001.

BRASIL. Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília/DF, dez. 2019b.

BRASIL. Resolução CNE/CP n. 2, de 19 de fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. **Diário Oficial da União (DOU)**, Brasília/DF, fev. 2002.

CNPQ. Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia. **Tabela de áreas do conhecimento**. Brasília/DF: Plataforma Lattes; CNPq, 2022. Disponível em: <http://lattes.cnpq.br/documents/11871/24930/TabeladeAreasdoConhecimento.pdf/d192ff6b-3e0a-4074-a74d-c280521bd5f7>. Acesso em: 13 mar. 2022.

FAZENDA, I. (Org.). **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo/SP: Editora Cortez, 2005.

Fernández-Ríos. Interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento: ¿Más allá de Bolonia? Disponível em: <https://dspace.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/5005/12.Fernandez-Rios.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: março de 2023.

HAVENS, K.; KRAMER, A.T.; GUERRANT JR, E.O. Getting plant conservation right (or not): the case of the United States. **International Journal of Plant Sciences**. Chicago, v. 175, n. 1, p. 3-10, 2014.

JUPIASSÚ, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

LOPES, A.C.; MACEDO, E. **Teorias de Currículo**. São Paulo/SP: Editora Cortez, 2011.

MARTIN-LÓPEZ, B.; *et al.* What drives policy decision-making related to species conservation? **Biological Conservation**, Montpellier/França, v. 142, n. 7, p. 1370-1380, 2009.

MOREIRA, A.F.; SILVA, T.T. **Currículo, Cultura e Sociedade**. São Paulo/SP: Editora Cortez, 2005.

PARSLEY, K. Plant awareness disparity: A case for renaming plant blindness. **Plants, People, Planet**, Reino Unido, v. 2, n. 6, p. 598-601, 2020.

PEDRINI, A.G.; URSI, S. **Metodologias para ensinar botânica**. Rio de Janeiro/RJ: Letra Capital Editora, 2022.

PRESTES, R.M.; BOFF, E.T.O. **Formação de professores no contexto do desenvolvimento de projetos de aprendizagem**. Cruz Alta/RS: Editora Ilustração, 2020.

SILVA, T.T. **Documentos de identidade**: uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte/MG: Editora Autêntica, 2015.

URSI, S.; *et al.* Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Revista Estudos avançados**, São Paulo/SP, v. 32, p. 07-24, 2018.

URSI, S.; FREITAS, K.; VASQUES, D. Cegueira Botânica e sua mitigação: um objetivo central para o processo de ensino-aprendizagem de Biologia. In: VASQUES, D.; FREITAS, K.; URSI, S. (Orgs.). **Aprendizado ativo no ensino de botânica**. São Paulo/SP: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2021.

# MODELOS DE JOGOS DIDÁTICOS PARA ENSINO DE BOTÂNICA

---

*Data de submissão: 21/05/2023*

*Data de aceite: 02/06/2023*

### **Ana Cláudia de Macêdo Vieira**

LabFBot - Faculdade de Farmácia -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Docente (Professor associado)  
Rio de Janeiro - RJ  
Orcid: 0000-0002-8919-1215

### **Mariana Aparecida de Almeida Souza**

LabFBot - Faculdade de Farmácia -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Discente do PPGCiAC - UFRJ  
Rio de Janeiro - RJ  
Orcid: 0000-0002-1636-5667

### **Ana Paula Ribeiro de Carvalho Ferreira**

LabFBot - Faculdade de Farmácia -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Rio de Janeiro - RJ  
Orcid: 0000-0002-0729-4852

### **Thiago Eliezer Siqueira de Oliveira**

PET-SI – DeComp – Instituto de Ciências  
Exatas – Universidade Federal do Rio de  
Janeiro – Seropédica - RJ  
Orcid: 0000-0003-4240-1032

### **Gabriel Lima Prisco Madureira**

PET-SI – DeComp – Instituto de Ciências  
Exatas – Universidade Federal do Rio de  
Janeiro – Seropédica - RJ  
Orcid: 0000-0003-4051-2724

### **Sérgio Manuel Serra da Cruz**

PET-SI (Tutor) – DeComp – Instituto de  
Ciências Exatas – Universidade Federal  
do Rio de Janeiro – Seropédica - RJ  
Orcid: 0000-0002-0792-8157

### **Pedro Vieira Cruz**

LabFBot - Faculdade de Farmácia -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Rio de Janeiro - RJ  
Orcid: 0000-0001-6476-3865

### **Marco Antônio da Silva Vieira**

LabFBot - Faculdade de Farmácia -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Discente do PPGBot - UFRJ  
Orcid: 0000-0002-8992-1812

### **Ana Beatriz Dias de Lara Siqueira**

LabFBot - Faculdade de Farmácia -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Rio de Janeiro - RJ  
Orcid: 0009-0003-6218-487X

### **Gisele Macedo de Araujo**

LabFBot - Faculdade de Farmácia -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro –  
Rio de Janeiro - RJ  
Orcid: 0009-0001-2736-9161

## INTRODUÇÃO

O estudo de plantas traz inúmeros benefícios aos seres humanos; plantas são importantes não apenas para conservação ambiental, mas para produção de fármacos, alimentos e para o equilíbrio ecológico do planeta. Atualmente, muitos não percebem as plantas que nos cercam, os grandes centros urbanos possuem pouca vegetação e as poucas plantas ou parte delas, que a população urbana tem acesso, é através dos mercados na forma de “legumes” “frutas” e “verduras”, que são constituídas por folhas, frutos, raízes, flores, sementes e, caules. Muitas vezes não nos damos conta do que consumimos. Essa diminuição de contato com as plantas e a vegetação aliado à falta de ensino de qualidade, acaba gerando e ampliando o fenômeno da *cegueira botânica* (NEVES; BUNDCHEN; LISBOA, 2019). Esse termo foi proposto por Wandersee e Schussler (1999) que o definem como a incapacidade de reconhecer a importância das plantas no cotidiano, dificuldade de perceber as plantas e suas belezas e a ideia de que as plantas são inferiores aos animais e por isso não merecem tamanha atenção.

Atividades lúdicas no sistema de ensino e aprendizagem vêm sendo analisadas, discutidas e observadas desde a Grécia antiga, ainda com Platão e Aristóteles (ATTIE, 2015). O estudo de jogos pode ser visto da perspectiva pedagógica ou ainda pela visão da atividade “do jogar”, tratando de forma conceitual, das regras e muito além disso, da sua representação estética e todo o enredo físico e/ou imaginário (XEXÉU et al., 2017). A utilização de jogos em sala de aula traz muitos benefícios para a aprendizagem da criança e adolescente: o jogo é uma atividade lúdica encarada como brincadeira e descontração, o que torna o processo leve, fazendo com que o estudante realize esforço espontâneo e voluntário para atingir o objetivo da proposta, o que também acaba por integrar diversas dimensões da personalidade do jogador e o desenvolvimento de habilidades extras as condicionadas a disciplina (FERNANDES, 2010).

Segundo Xexéu e colaboradores (2017) jogos são atividades sociais e culturais onde o desenvolvimento e finalização é incerto, de acordo com o desenvolvimento e estratégias utilizadas para sua conclusão, limitados por regras e tendo como ponto final recompensas, mesmo que seja a simples vitória sobre seu oponente ou até mesmo sobre a própria máquina. Dentre as muitas definições de jogos, Bakker (2013) define jogo como forma de recreação prazerosa a qualquer atividade, podendo apresentar situações que envolvam competição ou rivalidade. No entanto, o autor evidencia em seu trabalho exemplos de atividades que são prazerosas para quem as realiza e, no entanto, não são jogos, como o ato de ler um bom livro. Assim sendo, jogos devem criar no usuário o condicionamento motor, mental ou ainda emocional, estabelecendo o jogador como sujeito ativo e não passivo.

De acordo com diferentes autores, os jogos são desafiadores por serem difíceis, trabalhosos e possuírem diversos obstáculos. Causam maior engajamento e são uma ótima opção de ferramenta para motivar atividades difíceis trabalhando o sistema neurológico e

psicológico. Estes fatos abrem espaço para a *gameificação*, ocasionando o uso dos jogos como fatores motivacionais, sendo o ato de utilizar elementos típicos de jogos em contextos fora deles, entregando algum tipo de recompensa (MARINS, 2013; BAKKER, 2013).

Existem diversos tipos de jogos, os físicos (aqueles em que se utilizam objetos como cartas, dados, tabuleiros, bolas etc.) e os digitais (em que há uma interface comum meio computacional, como microcomputadores, tablets, telefones celulares etc.)

É importante salientar que jogos educativos devem ter objetivos bem definidos e claros para promoção de estratégias que ampliem a capacidade cognitiva dos estudantes, como a potencialização de conceitos e a prática na forma lúdica de conceitos pré-estabelecidos e o desenvolvimento de habilidades (SILVA, 2016).

De modo geral os jogos fazem parte de nossas vidas. Desde crianças temos contato com diversos estímulos e sempre com a função de entretenimento. É sabido que na atualidade as crianças nascem tendo contato com telas, sempre com o intuito de entreter. Jogos digitais promovem o desenvolvimento motor, cognitivo, capacidade competitiva e colaborativa, além de serem agentes de socialização. Os jogos educativos, por sua vez, possuem um riquíssimo recurso para o desenvolvimento integral das habilidades de atenção, disciplina, autocontrole e respeito as regras. O usuário é livre para aprender através de um ambiente exploratório, onde são motivados a usar sua inteligência, pois querem jogar bem e destacar-se perante seus colegas (FERNANDES, 2010).

Sendo assim, jogos são excelentes estratégias de educação no processo de ensino/aprendizagem devido sua linguagem que consegue atingir diferentes grupos, sendo uma forma lúdica de ensino. É um ótimo parâmetro de trabalho também para a educação inclusiva, trabalhando diversos pontos do saber e do cognitivo dos estudantes, estimulando a busca pelo conhecimento de forma lúdica e descontraída.

## OBJETIVOS

**GERAL:** Projetar e desenvolver jogos didáticos que auxiliem na compreensão e aprendizagem do ensino de botânica, em diferentes níveis de ensino.

**ESPECÍFICOS:** Promover a ludicidade no processo de ensino/aprendizagem em botânica para alunos dos anos finais do ensino fundamental; diferenciar partes vegetativas das reprodutivas das plantas; motivar o estudo de botânica através de plantas do dia a dia; mitigar o problema da cegueira botânica entre jovens; estimular a autonomia e autoestima dos estudantes; produzir jogos tanto em versão digital quanto em formato de e-book gratuito para ampliar a difusão dos materiais.

## MÉTODOS

A elaboração e desenvolvimento dos produtos digitais foi realizada de forma multi-institucional articulada entre membros do LabFBot da UFRJ e o grupo de educação

tutorial PET-SI da UFRRJ ([r1.ufrj.br/petsi](http://r1.ufrj.br/petsi)). A metodologia de *gameificação* em *framework* de criação de jogos, com base na teoria de autodeterminação, seguiu o ciclo de ação (autonomia), *feedback* (competência) e motivação (pertencimento) proposto por Marins e Xexéu (2013). Para a elaboração dos produtos digitais foi utilizada a metodologia Fábrica de Software Baseada em Métodos Ágeis (FSMA) (CRUZ et al., 2013).

Como ferramenta de criação de jogos escolhido foi o *framework* Phaser 3, baseado em Javascript e HTML, por ter bom desempenho em diversos tipos de equipamentos, além de ser gratuito e multiplataforma. As imagens utilizadas nos jogos são públicas e criadas no software Canva® (<https://www.canva.com/>), além de fotografias originais dos membros da equipe de criação.

Os jogos têm como premissa serem on-line e gratuitos, desenvolvidos em língua portuguesa e voltado para alunos de nível fundamental e médio e plataformas Web, podendo ser acessados por qualquer pessoa com acesso à internet, através de computadores, tablets ou celulares.

Para ampliar a difusão das informações veiculadas a cada jogo elaborado, serão publicados livros em formato de e-book, contendo uma versão física do jogo, que pode ser impressa, e informações complementares sobre o tema tratado, além da indicação de bibliografias complementares para ampliação das possibilidades de aprofundamento nos assuntos. A elaboração dos livros foi realizada com base nos jogos para que professores e alunos que não tenham acesso a dispositivos eletrônicos e/ou internet possam fazer uso deles. Para fundamentação teórica de cada livro foram utilizadas obras de referência em Botânica e assuntos correlatos. Os livros estão sendo publicados em formato de e-book de acesso gratuito a toda população.

## RESULTADOS

A iniciativa de articulação entre grupos multidisciplinares de diferentes instituições está trazendo resultados interessantes pela geração de produtos bibliográficos, mas, também de inovação e divulgação científica.

Até o presente momento foram publicados dois livros em formato de e-book e registrados dois softwares que vem alcançando um público cada vez maior. Os livros, vinculados ao ResearchGate, já tiveram, juntos, mais de 2.000 acessos, o que indica o interesse do público neste tipo de conteúdo. A seguir, serão apresentados os dados gerais sobre estes produtos e os endereços para acesso deles.

### Primeiro jogo:

#### Esta planta é para ver ou para comer? Jogo educativo (Livro)

O primeiro jogo elaborado pela parceria do LabFBot e PET-SI foi derivado de uma atividade desenvolvida com os visitantes e participantes de diferentes edições das

Semanas Nacionais de Ciência e Tecnologia (SNCT) coordenada pelo LabFBot na UFRJ. Para este jogo, utilizou-se a expressão popular “Pavê ou pacumê?”, um trocadilho feito a partir do nome de um doce (pavê) e a indagação se ele seria apenas para ser observado ou deveria ser degustado (“Esse doce é pavê (sic) ou é pacumê (sic)”). Neste jogo os participantes eram apresentados a dois tabuleiros, um de cor verde (permitido comer) e um de cor vermelha (proibido comer) juntamente com cartas contendo imagens de diferentes espécies de plantas.

No grupo de imagens estavam representadas plantas tóxicas de uso ornamental (plantas para ver) e plantas alimentícias não convencionais (PANC) (plantas para comer). Após a rodada de distribuição das cartas, os participantes eram orientados sobre os seus resultados e alertados quando eventualmente faziam a classificação errada de cada uma das plantas.

Para elaboração do livro, foi expandido o conceito de plantas alimentícias, incluindo espécies convencionais junto às PANC a fim de ampliar a diversidade de opções que poderiam ser observadas ao longo da consulta aos materiais.

No livro constam materiais sobre as diferentes formas de usos das plantas em sua relação com os seres humanos, referências bibliográficas para consulta e aprofundamento dos temas abordados, informações sobre as espécies ilustradas no jogo, regras para aplicação da atividade, cartas e tabuleiros que podem ser impressos para utilização do jogo em ambiente escolar, por exemplo.

O livro *Esta planta é para ver ou para comer* (Fig. 1) pode ser acessado através do link: [https://www.researchgate.net/publication/352833131\\_PAVE\\_OU\\_PACUME](https://www.researchgate.net/publication/352833131_PAVE_OU_PACUME)



Figura 1: Capa do livro Esta planta é para ver ou para comer?

### **“Pavê ou pacumê” (Jogo online)**

O jogo online “Pavê ou pacumê” foi elaborado como um meio para ampliar o acesso às informações veiculadas através do livro. Ele pode ser acessado pelo link: <https://r1.ufrj.br/petsi/paveoupacume/>

Ao clicar no link, aparece a página inicial do jogo (Fig.2) onde o jogador é apresentado a uma tela com diferentes botões clicáveis.



Figura 2: Tela inicial do jogo educativo "Pavê ou pacumê"

Quando o jogador clica em jogar, inicialmente aparecem as regras do jogo com as instruções necessárias para iniciar a partida (Fig.3).



Figura 3: Tela de instruções com as regras do jogo.

A seguir o jogador é apresentado a uma tela contendo um conjunto de oito cartas que devem ser distribuídas em cada tabuleiro (Figura 4). No verde devem ser colocadas as plantas comestíveis e no vermelho, as plantas não comestíveis.



Figura 4: Tela de início da fase 1 do jogo

A cada movimento realizado para deslocamento das figuras entre as telas, o contador indica quantas chances o jogador ainda tem para finalizar sua tarefa (Fig. 5). A configuração do jogo impede a colocação das cartas das plantas tóxicas na tela verde e a colocação das cartas de plantas alimentícias na tela vermelha. Ao encerrar a primeira fase, aparece a mensagem que pode ser vista na figura 6.



Figura 5: Tela da primeira fase do jogo mostrando o contador e a posição das cartas nas telas.



Figura 6: Tela de finalização da primeira fase.

Ao longo das três fases do jogo, há um aumento subsequente do grau de dificuldade com aumento do número de cartas a serem organizadas nas duas telas. Na primeira fase são apresentadas oito cartas, quatro de cada tipo; na segunda fase são sorteadas 12 cartas, sendo seis de cada tipo; na fase final, 16 cartas são mostradas, com oito cartas para cada tela. Ao finalizar com sucesso a última etapa, o jogador é levado à tela final com a mensagem de saudação (Fig. 7).



Figura 7: Tela de finalização do jogo.

Além das diferentes etapas do jogo, também é possível acessar opções de sonorização, como pode ser visto na figura 8.

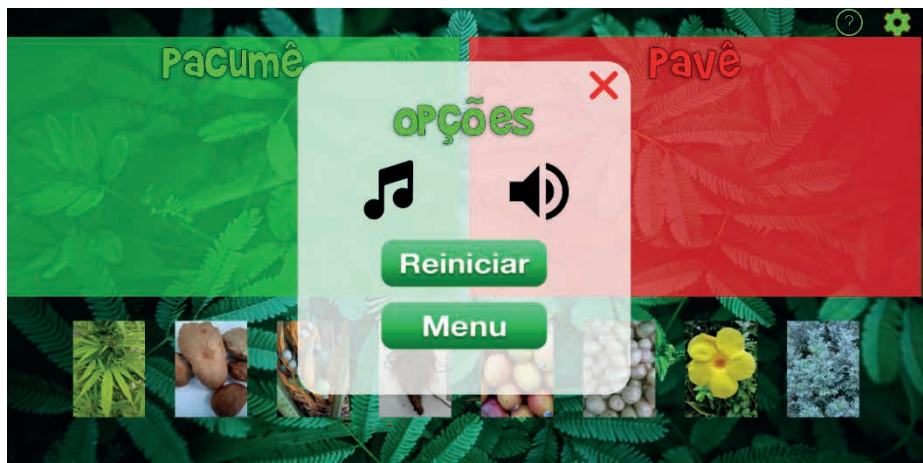


Figura 8: tela com as opções de sonorização do jogo.

Na figura 2 é possível ver que, na tela inicial do jogo, há um botão com o termo Wikiplantas. Ao clicar nele o jogador é levado a um arquivo com informações sobre todas as plantas que aparecem no jogo online (Fig.9).



Figura 9: Aspecto da primeira página do Wikiplantas.

## Segundo jogo:

### Quiz botânico (Livro)

O livro Quiz Botânico (Fig. 10) foi elaborado a partir de um desdobramento da proposta de projeto na disciplina de Pós-graduação do PPGCiAC da UFRJ pela autora Mariana Souza. A ideia do livro era apresentar algum recurso de fundamentação teórica

para consulta rápida, envolvendo temas ligados ao corpo vegetal das Angiospermas e as diferentes formas de uso que os seres humanos podem dar a eles.

No livro são encontrados tópicos referentes à morfologia das Angiospermas e suas relações com o ambiente, referências complementares que permitem ao leitor a indicação de fontes para aprofundamento dos temas tratados e duas versões de cartas para impressão juntamente com instruções para aplicação do jogo. O livro também apresenta as questões usadas nas cartas com o respectivo gabarito, caso os professores queiram usar as perguntas como exercícios ou avaliações em sala de aula para seus estudantes.

O acesso ao livro para leitura e download gratuito pode ser feito através do link:<http://dx.doi.org/10.17655/9786500680706>



Figura 10: Capa do livro Quiz botânico da série Conhecendo as plantas – Volume 1.

## BotaniQuiz (Jogo online)

O jogo BotaniQuiz aborda conceitos botânicos de forma lúdica e simples para facilitar a aprendizagem e fixação dos conteúdos pelos alunos e foi elaborado como um jogo de roleta em que são sorteados os temas de perguntas ligados à Botânica. O jogo está disponível para acesso através do link:

<https://r1.ufrj.br/petsi/jogofarma/>

Ao acessar o jogo, a página principal se abre (Fig. 11). Para iniciar o jogo, a pessoa deve clicar no botão central (Jogar). Nesta página é possível escolher a sonorização (nota musical) e a abertura de uma página com informações sobre o jogo (i) (Fig. 12).



Figura 11: Página inicial do jogo BotaniQuiz

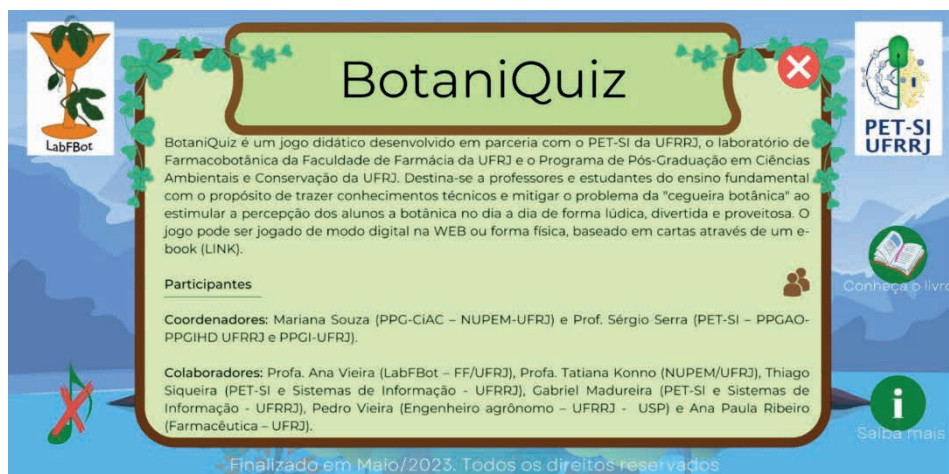


Figura 12: Página de informações sobre o jogo BotaniQuiz

Ao iniciar o jogo é apresentada uma página que simboliza as diferentes fases (Fig. 13). A cada fase ultrapassada, as figuras ganham cor e o nível de dificuldade para passar a cada fase é crescente. Para passar da fase 1 para a fase 2, é necessário responder a uma pergunta; da fase 2 para a fase 3, duas perguntas; da fase 3 para a fase 4, é preciso responder a três perguntas; e para chegar à fase final, é necessário responder a quatro perguntas. Na fase cinco, após responder corretamente a cinco perguntas, o jogo se encerra e pode ser novamente reiniciado.

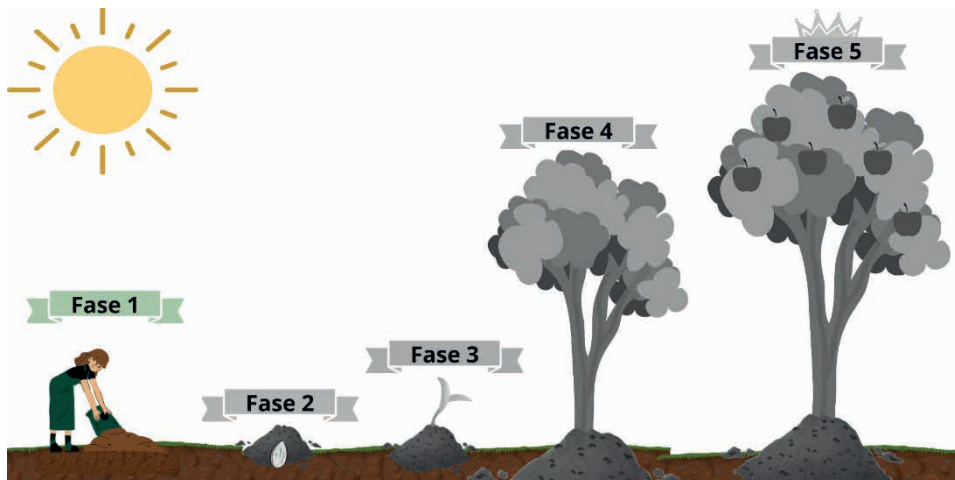


Figura 13: Página que ilustra as fases do jogo

Para sorteio das perguntas, o jogador é apresentado a uma roleta (Fig. 14) que procede ao sorteio das perguntas, de acordo com os órgãos vegetais – raiz, caule, folhe, flor, fruto e semente – e ainda um item surpresa em que partes diferentes dos vegetais podem ser apresentadas, tais como brotos, meristemas, cascas, entre outras. Ao clicar no centro da roleta, é iniciado o sorteio.



Figura 14: Aspecto geral da roleta para sorteio das perguntas

Após o sorteio, são abertas as perguntas com as alternativas de respostas, como pode ser visto na Fig. 15. Caso o jogador marque a alternativa correta, será levado à tela exibida na Fig. 16. Em caso de erro, aparecerá a tela exibida na Fig. 17 e o jogador deverá proceder ao sorteio de nova pergunta.

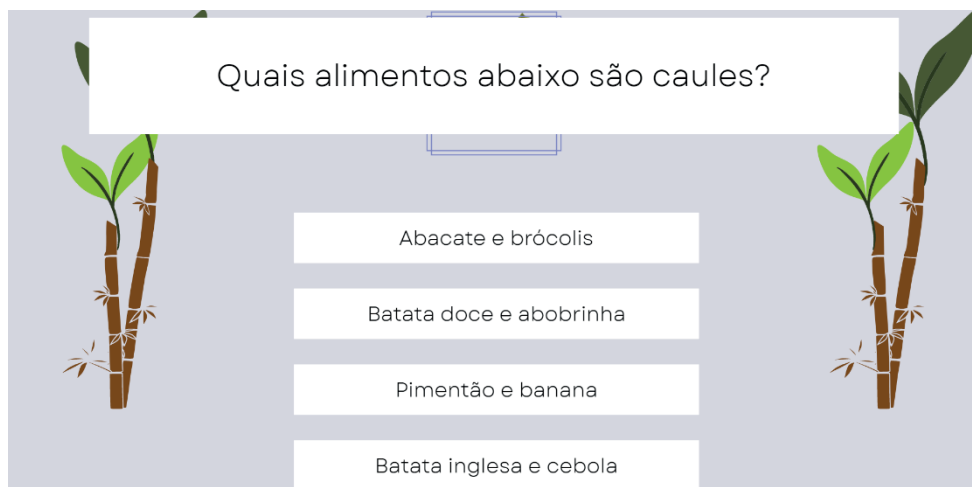


Figura 15 :Exemplo de pergunta com as alternativas de respostas



Figura 16: Tela de resultado positivo para a resposta assinalada.

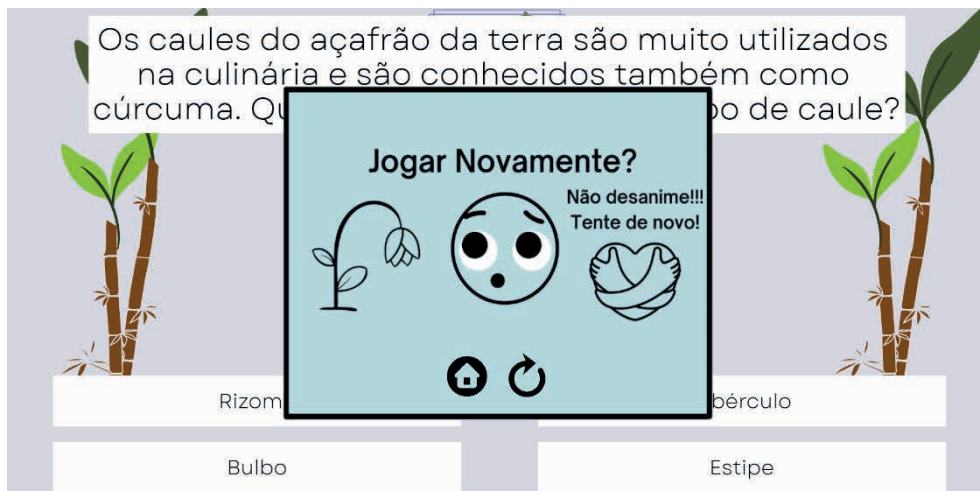


Figura 17: Tela de resultado negativo para a resposta assinalada.

## TRABALHOS E PERSPECTIVAS FUTURAS:

Os materiais apresentados neste trabalho são o resultado de um trabalho integrado entre equipes multidisciplinares. Nas próximas etapas estão previstos o registro de um projeto de extensão na UFRJ com este tema, a fim de levar a diversas escolas no estado do Rio de Janeiro os jogos já desenvolvidos.

Novos jogos já estão em elaboração e irão gerar novas ferramentas para auxiliar no ensino da Botânica. Os autores pretendem colaborar com a popularização através da facilitação de acesso a conteúdo rico em informações científicas fidedignas, mas, que sejam apresentados de forma lúdica a fim de favorecer o aprendizado.

## REFERÊNCIAS

ATTIE, J. P. Breve história da defesa da utilização dos jogos na educação. Colóquio Internacional Educação E Contemporaneidade, v. 9, 2015.

BAKKER, A. R. **Gamificando Objetivos Em Quests**: modelo e implementação. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

CRUZ, S.M.S. et al Relato de um experimento piloto de uma Fábrica de Software Baseada em Métodos Ágeis". Anais do XVII ENAPET, Recife-PE. 2013.

FERNANDES, N. A. **Uso de jogos educacionais no processo de ensino e de aprendizagem**. 2010. 62 f. Monografia (Especialização) - Curso de Mídias na Educação, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Alegrete - RS, 2010.

MARINS, D. R. **Um processo de gamificação baseado na teoria da autodeterminação**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

NEVES, A.; BÜNDCHEN, M.; LISBOA, C. P. **Cegueira botânica: é possível superá-la a partir da educação**. *Ciência & Educação (Bauru)*, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 745-762, set. 2019. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320190030009>.

SILVA, S. G. Jogos educativos digitais como instrumento metodológico na educação infantil. Disponível em [https://portal.fslf.edu.br/wp-content/uploads/2016/12/tcc\\_4.pdf](https://portal.fslf.edu.br/wp-content/uploads/2016/12/tcc_4.pdf) Acesso dia 20 de agosto de 2022.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher*, Oakland, v. 61, n. 2, p. 284-286, 1999. <https://doi.org/10.2307/4450624>

XEXÉU, Geraldo *et al.* **O Que São Jogos**: uma introdução ao objeto de estudo do ludes. Rio de Janeiro: Ufrj, 2017. 1 v.

**DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS** - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000), com mestrado em Biologia Celular e Molecular (2002), doutorado em Ciências (2006) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Durante o mestrado e o doutorado trabalhou diretamente com biologia celular e molecular e bioquímica, na clonagem e expressão de genes do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Também trabalhou com morte celular e estresse oxidativo no carrapato. Fez pós-doutorado na área de Ciências Médicas - Farmacologia (2007) na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Atualmente é professora Adjunta III na Universidade Federal do Piauí, no Departamento de Parasitologia e Microbiologia, líder do Grupo de Estudos em Microbiologia e Parasitologia (NUEMP) e membro do Núcleo de Pesquisa em Prevenção e Controle de Infecções em Serviços de Saúde (NUPCISS). Também é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PPGEnf-UFPI). Tem experiência nas áreas de Biologia Celular e Molecular, Imunologia, Parasitologia, Microbiologia e Farmacologia Experimental e tem linhas de pesquisa em Controle de Infecções em Serviços de Saúde, Infecções comunitárias e Educação em Saúde.

## A

Amazônia 12, 13, 14, 17, 18

Antropização 20, 27

Atividades lúdicas 69

Aves 20, 21, 22, 24, 26, 27, 29

Avifauna 20, 21, 22, 27

## B

Biodiversidade 12, 13, 14, 15, 17, 18, 27, 42, 46, 59, 60, 63

## C

Caatinga 29, 43

Ciências da Natureza 57, 59, 60, 62, 63, 64

Conservação 12, 13, 14, 18, 21, 27, 29, 42, 46, 59, 69

Consumo responsável 46

Covid-19 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 41

## D

Degradação ambiental 46

## E

Educação ambiental 46, 59

Ensino de Botânica 57, 59, 60, 62, 66, 67, 70

Etnozoologia 29, 45

## F

Fauna 29, 30, 31, 33, 36, 40, 41, 43, 44, 45

Formação de professores 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 67

## I

Imunogenética 2

Inteligência artificial 12, 13, 15, 17, 18, 19

## J

Jogos didáticos 68, 70

## M

Manguezal 20, 21, 22, 25, 26

Medicina tradicional 29, 43

Mutações genéticas 1

## **P**

Pegada ecológica 46

Polimorfismo de nucleotídeo único 2

Preservação 13, 15, 17, 18, 20, 27

## **R**

Recursos naturais 29, 42

Redução de resíduos 46

Riqueza 20, 26

## **Z**

Zooterápicos 29, 43, 44, 45

# Principais temas de investigação em **CIÊNCIAS** **BIOLÓGICAS**



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# Principais temas de investigação em **CIÊNCIAS** **BIOLÓGICAS**



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)