

Atena
Editora
Ano 2021



Ecologia

e conservação da biodiversidade

Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021



Ecologia

e conservação da biodiversidade

Renan Monteiro do Nascimento
(Organizador)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

iStock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^a Dr^a Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandre Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Brito de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramirez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof. Me. Marcos Roberto Gregolin – Agência de Desenvolvimento Regional do Extremo Oeste do Paraná
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Dr. Sullivan Pereira Dantas – Prefeitura Municipal de Fortaleza
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Universidade Estadual do Ceará
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Ecologia e conservação da biodiversidade

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os autores
Organizador: Renan Monteiro do Nascimento

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E19 Ecologia e conservação da biodiversidade / Organizador
Renan Monteiro do Nascimento. – Ponta Grossa - PR:
Atena, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5983-258-3
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.583212007>

1. Ecologia. I. Nascimento, Renan Monteiro do
(Organizador). II. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

DECLARAÇÃO DA EDITORA

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

APRESENTAÇÃO

A Ecologia é a área da Biologia que estuda o meio ambiente e os seres vivos que vivem nele, ou seja, é o estudo científico da distribuição e abundância dos seres vivos e das interações que determinam a sua distribuição. As interações podem ser entre seres vivos e/ou com o meio ambiente.

A Biodiversidade, também chamada de Diversidade Biológica, pode ser definida como a variabilidade entre os seres vivos de todas as origens, a terrestre, a marinha e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte. A conservação da biodiversidade é fundamental para assegurar a diversidade de organismos vivos, incluindo os ecossistemas terrestres e aquáticos. Apresenta também importância econômica, pois os seres vivos são importante matéria-prima na fabricação de alimentos, medicamentos, cosméticos, vestimentas e até habitação. Preservar é garantir, portanto, que esses recursos não falem no futuro e que o meio ambiente permaneça em equilíbrio.

Nesse contexto, apresento o livro “Ecologia e Conservação da Biodiversidade”, uma obra que apresenta 14 capítulos distribuídos no formato de artigos que trazem de forma categorizada e interdisciplinar estudos aplicados as Ciências Biológicas. Esse e-book traz resultados de pesquisas desenvolvidas por professores e acadêmicos de instituições públicas e privadas. É de suma importância ter essa divulgação científica, por isso a Atena Editora se propõe a contribuir através da publicação desses artigos científicos, e assim, contribui com o meio acadêmico e científico.

Desejo a todos uma excelente leitura.

Renan Monteiro do Nascimento


SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ABELHAS NA ESCOLA: ESTRATÉGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E CONSERVAÇÃO

Verônica Aparecida Ferreira de Moraes de Melo e Silva

Marcela Yamamoto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120071>

CAPÍTULO 2..... 14

CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS OCULARES DAS AVES


Elton Hugo Lima da Silva Souza

Ismaela Maria Ferreira de Melo

Fabrcio Bezerra de Sá

Bruno Daby Figuerêdo de Souza

Stéphanie Ingrand Vieira de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120072>

CAPÍTULO 3..... 26

COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS E *ECOTOXICOLOGICAL INDEX*: FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL EM UM RESERVATÓRIO URBANO

Evaldo de Lira Azevêdo


Wilza Carla Moreira Silva

Ricássio Alves de Sousa

Tágina Isabel Abrantes de Assis

Antônio Joaquim Batista Neto

Daniele Jovem-Azevêdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120073>

CAPÍTULO 4..... 40

CONSERVATION FOREST ASPECTS AND MICROHABITAT STRUCTURE TO SMALL MAMMALS: A REVIEW

Felipe Santana Machado

Aloysio Souza de Moura

Ravi Fernandes Mariano

Cassiana Gonçalo Ayres

Dalmo Arantes Barros

Marco Aurélio Leite Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120074>

CAPÍTULO 5..... 51

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS COMPORTAMENTOS MATERNAIS E ALOMATERNAIS DE MACACOS-PREGO (*Sapajus* spp.) EM SEMILIBERDADE


Marco de Luca Monteiro Sturaro

Bárbara Héllen Lemos Fortunato

Reinaldo Fiumari Júnior

Cláudia Misue Kanno

José Américo de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120075>


CAPÍTULO 6..... 61

DIFERENCIAÇÃO DE NICHOS CLIMÁTICO EM DIFERENTES LINHAGENS
FILOGEOGRÁFICAS DE *PUMA CONCOLOR* (CARNIVORA: FELIDAE)

Jéssica Viviane Amorim Ferreira

Jefferson Rodrigues Maciel

Patrícia Avello Nicola

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120076>

CAPÍTULO 7..... 72

ESPECTRO DE PROVISÃO DE SAÚDE DO ECOSISTEMA (EHPS): CONCEPÇÃO E
APLICABILIDADE

Mariany Fernandes da Silva

Kleyton Pereira de Lima

Érica Rodrigues Fernandes Silva


Micaelle de Sousa Silva

Ana Karoline de Almeida Lima

Melina Even Silva da Costa

Maria Luiza Peixoto Brito

Antônio Germane Alves Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120077>

CAPÍTULO 8..... 79

FERRAMENTAS DISPONÍVEIS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Luiz Mauro Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120078>


CAPÍTULO 9..... 95

GERMINAÇÃO E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *PASSIFLORA LOEFGRENII* VITTA

José Francisco de Oliveira Neto

Luara Horrara Malucelli


Rayane Bueno

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5832120079>

CAPÍTULO 10..... 101

LA EXTENSIÓN RURAL AGROECOLÓGICA PARA LA RESTAURACIÓN CAMPESINA Y
EL MEDIO AMBIENTE EN EL PARAGUAY

Daniel Campos Ruiz Diaz


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200710>

CAPÍTULO 11..... 116

O PLANTIO DE NEEN E O COMPROMETIMENTO DA DIVERSIDADE DA FLORA URBANA
DE SÃO FÉLIX DO CORIBE/BA

Anne Francis Bezerra Campos

Elisângela Silva Moura
Sandra Eliza Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200711>

CAPÍTULO 12..... 124

**PHYLOGENY AND THE PATTERNS OF ESSENTIAL OIL DIVERSITY IN THE GENUS
*HYPENIA***


Camila Fernandes de Jesus
Maria Tereza Faria
Heleno Dias Ferreira
Suzana da Costa Santos
Pedro Henrique Ferri

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200712>

CAPÍTULO 13..... 135

**QUAIS PERCEPÇÕES O DNA AMBIENTAL PODE FOMERCER PARA AVALIAÇÃO
ECOLÓGICA DE RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO?**


Betsy Dantas de Medeiros
Magnólia de Araújo Campos Pfenning
Maria João Feio
Daniele Jovem-Azevêdo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200713>

CAPÍTULO 14..... 149

**REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA DO AGRESTE PERNAMBUCANO:
COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA, ENDEMISMO E ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO**

Eric Bem dos Santos
Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel
Milena Dutra da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58321200714>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 156

ÍNDICE REMISSIVO..... 157

QUAIS PERCEPÇÕES O DNA AMBIENTAL PODE FONERGER PARA AVALIAÇÃO ECOLÓGICA DE RESERVATÓRIOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO?

Data de aceite: 01/07/2021

Betsy Dantas de Medeiros

Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia, Universidade Federal de Campina Grande
Cuité - Paraíba
<https://orcid.org/0000-0002-3747-9962>

Magnólia de Araújo Campos Pfenning

Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia, Universidade Federal de Campina Grande
Cuité - Paraíba
<https://orcid.org/0000-0001-9987-3116>

Maria João Feio

University of Coimbra, MARE - Marine and Environmental Sciences Centre, Department of Life Sciences, Coimbra, Portugal
<http://orcid.org/0000-0003-0362-6802>

Daniele Jovem-Azevêdo

Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Biotecnologia, Universidade Federal de Campina Grande
Cuité - Paraíba.
<https://orcid.org/0000-0002-7925-5887>

RESUMO: O DNA ambiental (eDNA) compreende o DNA total extraído de amostras ambientais como solo, água ou ar, e representa uma ferramenta de alto potencial na avaliação da biodiversidade presente em diferentes ecossistemas. Os reservatórios são ecossistemas artificiais de água doce que fornecem diversos

serviços: piscicultura, irrigação, abastecimento humano, controle microclimático e conservação da biodiversidade. Entretanto, fatores naturais e/ou antrópicos resultam em degradação desses ecossistemas aquáticos, caracterizada por eutrofização. Portanto, torna-se imprescindível acompanhar o estado de saúde desses ambientes. O monitoramento permanente desses ecossistemas é realizado através da análise da dinâmica de fatores abióticos ou bióticos, baseado na diferenciação morfológica ou funcional dos grupos. No entanto, esse é um método demorado e dispendioso, além de ser limitado pelo conhecimento do operador. Abordagens alternativas baseadas em eDNA vêm sendo utilizadas, por serem mais rápidas e econômicas, além de auxiliarem na resolução de conflitos taxonômicos, em grupos que nos estágios de desenvolvimento apresentam estruturas diferenciais de difícil visualização. O objetivo deste trabalho foi analisar o estado atual de conhecimento sobre a utilização do eDNA em estudos de monitoramento e determinação do estado ecológico de ecossistemas aquáticos, visando aplicação no Semiárido. Esta revisão discute eDNA *barcoding* e *metabarcoding* como métodos para biomonitoramento de espécies específicas ou de toda a composição taxonômica, respectivamente, presente em amostras de água. Pelo método de *barcoding*, trechos curtos de locus genéticos padrões para identificação de espécies são amplificados usando uma amostra de eDNA como molde, cujos amplicons são sequenciados. Já para a identificação de organismos conhecidos e desconhecidos dentro de espécies ou das diferentes espécies presentes

na amostra se realiza o sequenciamento global do eDNA. Devido a possibilidade de revelar toda a composição taxonômica de uma amostra ambiental, esses estudos de metagenômica trazem informações relevantes sobre a abundância relativa da microbiota, fauna e flora em uma única amostra.

PALAVRAS - CHAVE: Marcadores ecológicos; avaliação ambiental; *barcoding* de eDNA; metagenômica de eDNA; identificação de espécies.

WHAT INSIGHTS CAN ENVIRONMENTAL DNA PROVIDE FOR ECOLOGICAL EVALUATION OF RESERVOIRS IN THE BRAZILIAN SEMIARID?

ABSTRACT: The environmental DNA (eDNA) comprises the total DNA extracted from environmental samples such as soil, water or air, and represents a high potential tool for assessing the biodiversity present in different ecosystems. Reservoirs are artificial freshwater ecosystems that provide multiple services, especially during long periods of drought, such as fish farming, irrigation, human supply, microclimate control and conservation of biodiversity. However, natural and/or anthropic factors result in the degradation of these aquatic ecosystems, often due to eutrophication. Hence, it is essential to monitor the health status of these environments. The permanent monitoring of these ecosystems is performed by analyzing the dynamics of abiotic or biotic factors, based on the morphological or functional differentiation of the groups. However, this is a time-consuming expensive method and limited by the operator's knowledge. Alternative approaches based on eDNA have been used, since they are faster and more economical, in addition to assisting in the resolution of taxonomic conflicts, in groups, in which in the stages of development they present differential structures that are difficult to visualize. The objective of this study was to survey the use of eDNA as a tool for environmental assessment, for application in the semiarid region. This review discusses eDNA barcoding and metabarcoding as methods for biomonitoring of specific species or the entire taxonomic composition, respectively, present in water samples. By the barcoding method, short stretches of standard genetic *locus* for species identification are amplified using an eDNA sample as a template, whose amplicons are sequenced. For the identification of known and unknown organisms within species or the different species present in the sample, the global sequencing of the eDNA is performed. Due to the possibility of revealing the entire taxonomic composition of an environmental sample, these metagenomics studies provide relevant information on the relative abundance of microbiota, flora and fauna in a single sample.

KEYWORDS: Ecological markers; environmental assessment; eDNA barcoding; eDNA metagenomic; species identification.

1 | INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil possui um clima tipicamente seco, com precipitações anuais abaixo de 800 mm. Os longos períodos de estiagem são caracterizados pela diminuição acentuada na quantidade de água, o que gera um déficit hídrico na região, impactando atividades econômicas (p.ex., agricultura, pecuária, pesca, lazer) e, conseqüentemente, o desenvolvimento social na região (MARENGO; TORRES; ALVES,

2017; TINÓCO et al., 2018).

A construção de reservatórios na região surgiu como alternativa para mitigar os problemas gerados pela irregularidade de chuvas. Esses reservatórios, apesar de artificiais, representam importantes ecossistemas na paisagem, cumprindo diversas funções econômicas e sociais na manutenção da vida na região (GUTIÉRREZ et al., 2014). No entanto, os usos múltiplos dos reservatórios, muitas vezes desenvolvidos de forma não planejada ao entorno desses ecossistemas, submete-os frequentemente a um quadro de degradação (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017).

Diante dessa problemática torna-se imprescindível a existência de sistemas de monitoramento desses ambientes. O monitoramento ambiental visa obter informações permanentes de parâmetros ambientais, como fatores abióticos (p. ex., pH, temperatura, nitrogênio, oxigênio e fósforo) e bióticos (como pelas comunidades fitoplanctônicas, zooplanctônicas, de macrófitas aquáticas, macroinvertebrados e peixes) (AZEVEDO et al., 2015; FERNANDES et al., 2019). Quando o monitoramento consiste no uso sistemático de respostas biológicas para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, objetivando o controle da qualidade ambiental, passa a ser denominado de biomonitoramento (QUEIROZ; SILVA; STRIXINO, 2008).

Os métodos convencionais de biomonitoramento de ecossistemas baseiam-se na diferenciação morfológica de espécies indicadoras de condições ambientais. No entanto, esse método possui diversas limitações: longo período de processamento das amostras, baixa resolução taxonômica em muitos grupos, tendo em vista que o nível taxonômico atingido dependerá da expertise do identificador (HAJIBABAEI et al., 2012; 2016). Assim, o processo torna-se demorado e dispendioso, o que resulta na necessidade do desenvolvimento de técnicas mais eficientes e menos custosas. Métodos atuais usam o DNA ambiental (eDNA) como base, o que tem demonstrado ser uma ferramenta promissora para o biomonitoramento (DEINER et al., 2017).

Com base no exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar o estado atual de conhecimento sobre a utilização do eDNA em estudos de monitoramento e determinação do estado do estado ecológico de ecossistemas aquáticos, visando sua aplicação na região Semiárida.

2 | RESERVATÓRIOS: IMPORTANTES ECOSISTEMAS DO SEMIÁRIDO

Os reservatórios são ecossistemas de água doce artificiais fortemente modificados, resultantes do represamento de um rio em uma bacia hidrográfica (BARBOSA et al., 2012). São sistemas que agregam vários usos pela população, sendo fundamentais para o desenvolvimento social e econômico em regiões secas (como áridas e semiárida) (LIMA et al., 2012; MUSTAPHA, 2008).

Particularmente no Brasil, a construção de reservatórios iniciou por volta de 1890,

com o açude do Cedro, no estado do Ceará e, a partir desse, outros reservatórios foram continuamente construídos, especialmente a partir da criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas - IOCS, instituição responsável por essa política, em 1909. Mais tarde, em 1945, a IOCS passou a ser denominada de Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS) (DNOCS, 2020). Atualmente, o DNOCS é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional, tendo sede em Fortaleza - CE (DNOCS, 2020).

A construção de reservatórios no Brasil é especialmente importante na região semiárida, tendo em vista que essa região apresenta baixos índices pluviométricos (média anual igual ou inferior a 800 mm) e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano, características que aumentam o risco de insegurança hídrica na região (BRASIL, 2017; MARENGO; TORRES; ALVES, 2017). Dessa maneira, os reservatórios estão sujeitos a sofrerem amplas flutuações na quantidade de água, devido à escassez e irregularidade de chuvas, o que parece também contribuir para uma diminuição da qualidade desses recursos hídricos, devido a alterações de características químicas, físicas e biológicas (BRAGA et al., 2015; FIGUEIREDO; BECKER, 2018). Apesar dos períodos de estiagem serem frequentes na região semiárida e a seca ser um fenômeno recorrente e natural dos ciclos interanuais, as projeções de mudanças do clima indicam que os eventos de secas serão ainda mais frequentes e intensos nos próximos anos (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017), o que aumenta o risco de perda dos recursos hídricos na região.

Além disso, muitos impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas estão diretamente ligados ao processo de desequilíbrio desses sistemas, tais como: resíduos industriais, descargas de esgotamento doméstico e lixiviação de nutrientes (EKELUND; HÄDER, 2018; SINDERN et al., 2007). Frequentemente, esses resíduos estão associados a compostos tóxicos (p. ex. metais pesados, compostos orgânicos e inorgânicos), o que gera redução da qualidade da água e impactos sobre as comunidades e o funcionamento desses ecossistemas (EKELUND; HÄDER, 2018). Na região semiárida, em muitos casos, a degradação dos reservatórios é caracterizada pelo processo de eutrofização (FIGUEIREDO; BECKER, 2018), fenômeno natural ou artificial que ocorre por consequência do aumento de nutrientes nos corpos aquáticos, especialmente fósforo e nitrogênio, provocando um aumento na produtividade primária (DODDS et al., 2009; ROCHA JUNIOR et al., 2018).

Em um ambiente eutrofizado, a quantidade de oxigênio dissolvido diminui, ocasionando um desequilíbrio ecológico e degradação progressiva da qualidade da água. Em maior nível de degradação, comumente é observada alteração do pH, diminuição da zona eufótica, aumento da turbidez, mudanças de cor e odor da água e aumento da biomassa algal (BRAGA et al., 2015; DODDS et al., 2009). Dessa forma, a presença desses fenômenos torna imprescindível o desenvolvimento de estudos que envolvam o monitoramento constante do estado de saúde desses ambientes aquáticos, para que seja possível a elaboração de estratégias que auxiliem na mitigação dos impactos negativos

sobre esses ecossistemas.

3 I MONITORAMENTO DO ESTADO ECOLÓGICO

O estado de saúde ou estado ecológico compreende a expressão da qualidade da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos e é avaliado com base em uma série de indicadores biológicos, físico e químicos e hidromorfológicos das massas de água, sendo sua classificação feita em relação às condições naturais ou de referência (KRISTENSEN, 2018; MARTINS; ANTUNES, 2019).

A realização do monitoramento de ecossistemas aquáticos auxilia na detecção inicial do processo de eutrofização local, o que permite um melhor manejo desses ambientes. O monitoramento ambiental consiste na realização de medições de parâmetros ambientais, de modo frequente ou contínuo, com o intuito de obter informações sobre fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, e recuperação ambiental da região estudada (RAMOS, 2017). O monitoramento pode ser realizado através da análise dos padrões de flutuação de espécies indicadoras. Entre os organismos comumente utilizados na avaliação de impactos ambientais em ecossistemas aquáticos estão: comunidades planctônicas, bentônicas e ícticas (KECK et al., 2017).

Os métodos convencionais de biomonitoramento de ecossistemas, que utilizam a caracterização morfológica de espécies indicadoras é também conhecido por biomonitoramento 1.0 (HAJIBABAEI et al., 2012; 2016). Esse método possui limitações, como a dificuldade de diferenciação de muitas espécies, por sua alta semelhança, principalmente em seus estágios larvais, o longo período de processamento das amostras, visto que é necessária a identificação individual de cada espécime, além de depender da experiência do pesquisador para realizar a identificação ao menor nível taxonômico. Entretanto, apesar das limitações, muitos dos planejamentos de gestão e manejo de ecossistemas ainda são baseados nos métodos do biomonitoramento 1.0, sendo esse, ainda, o método mais utilizado em estudos dessa natureza.

Contudo, os métodos atuais de biomonitoramento vêm utilizando o eDNA para avaliação de ecossistemas e podem ser uma alternativa para as limitações dos métodos convencionais. O eDNA é o conjunto do material genético obtido a partir de amostras ambientais, incluindo sedimento, excretas e água, e que possui DNA intra ou extracelular de organismos, constituindo uma ferramenta fácil de padronizar e não invasiva (TABERLET et al., 2018; THOMSEN; WILLERSLEV, 2015). Seu uso envolve técnicas classificadas dentro do biomonitoramento 2.0, o qual descreve métodos mais atuais, baseados em aspectos moleculares para realizar essa avaliação (HAJIBABAEI et al., 2012).

A história do eDNA começou em 1987, com o primeiro protocolo de extração do eDNA encontrado em sedimentos (OGRAM et al., 1987). A partir de então, inúmeros estudos vêm sendo realizados e várias aplicações vêm sendo descritas, por exemplo, por

Bagley e colaboradores (2019), Elbrecht & Leese (2015), Evans e colaboradores (2016), Kim e colaboradores (2018), Koperski (2019), e Weltz e colaboradores (2017). Ruppert e colaboradores (2019) elencaram diferentes aplicações da análise do eDNA, como: monitoramento da biodiversidade de habitats e grupos taxonômicos, reconstrução de ecossistemas antigos, interações planta-polinizador, análise de dieta, detecção de espécies invasoras, respostas à poluição e monitoramento da qualidade do ar.

Dessa forma, estudos baseados no uso do eDNA vêm buscando desenvolver e aplicar técnicas moleculares que aumentem a eficiência da avaliação ecológica, e diversos trabalhos têm utilizado sua análise para avaliar inclusive a diversidade de espécies e monitorar diferentes ecossistemas aquáticos (CLARK et al., 2020; EVANS et al., 2016; FAN et al., 2020; FRANKLIN et al., 2019; HARPER et al., 2019; SNYDER et al., 2020; YANG; ZHANG, 2020), o que vem demonstrando a eficácia dessa análise, superando limitações observadas a partir do biomonitoramento 1.0, principalmente no que diz respeito à rapidez nos resultados da avaliação.

4 I EDNA: UM AVANÇO NA PERPECTIVA DO MONITORAMENTO DE ECOSSISTEMAS

Os avanços tecnológicos vêm, de maneira crescente, gerando novas possibilidades para estudos de biodiversidade. Por exemplo, a tecnologia do sequenciamento genético fornece uma nova ferramenta para detecção de espécies a partir do eDNA (BUSH et al., 2019; VALENTINI et al., 2016).

A tecnologia eDNA desenvolvida recentemente tem sido amplamente utilizada no monitoramento de espécies, avaliações de biodiversidade e avaliação de biomassa (LI et al., 2020). O monitoramento da diversidade genética de diferentes espécies possui uma alta importância econômica e ecológica em diferentes atividades, como: de agricultura, piscicultura, na avaliação da saúde do ecossistema, além do desenvolvimento de marcadores que auxiliam no rastreamento e determinação da abundância das espécies (ELBERRI et al., 2020).

O emprego do eDNA no biomonitoramento tem auxiliado na resolução de conflitos taxonômicos, especialmente com grupos em que nos estágios de desenvolvimento apresentam estruturas diferenciais de difícil visualização (BEERMANN et al., 2018; KOPERSKI, 2019), como espécies avaliadas a partir do estágio larval. As abordagens atuais de eDNA usam métodos baseados em PCR (*Polymerase Chain Reaction*) para amplificação desse DNA e detecção de uma única espécie (eDNA *barcoding*), ou para identificar a diversidade de espécies de uma amostra ambiental (eDNA *metabarcoding*) (TABERLET et al., 2012). A aplicação do *metabarcoding* para monitoramento de ecossistemas foi denominado por Baird e Hajibabei (2012) de biomonitoramento 2.0. Os estudos baseados no biomonitoramento 2.0 trazem um amplo espectro de aplicações como

estudos de recuperação de ecossistemas e monitoramento de espécies ou comunidades com diversas finalidades, inclusive daquelas ameaçadas de extinção, visto que é uma técnica não invasiva, detectando o material genético a partir de uma amostra ambiental (RUPPERT; KLINE; RAHMAN, 2019).

4.1 eDNA barcoding

As abordagens baseadas em genética compreendem uma alternativa promissora, principalmente para uso em grupos com potencial indicador e que possuam níveis de resolução taxonômica mais elevados e difíceis de identificar de outra forma (KOPERSKI, 2019). As ferramentas baseadas em DNA, para identificação de biodiversidade, como o eDNA *barcoding*, estão mudando cada vez mais o panorama da análise atual da biodiversidade presente em vários habitats e já contempla um amplo espectro de organismos (HAJIBABAEI et al., 2012).

O eDNA *barcoding* é uma técnica que identifica uma única espécie a partir de uma determinada amostra ambiental (Figura 1), podendo ser aplicado em estudos para avaliação de ecossistemas aquáticos (TABERLET et al., 2018). Ao focar as investigações em uma ou algumas regiões de genes específicos, o DNA *barcoding* permite a identificação automática de espécimes conhecidas, além de facilitar o reconhecimento de novas espécies (HEBERT; HOLLINGSWORTH; HAJIBABAEI, 2016).

Um dos trabalhos pioneiros nesse tema foi realizado por Ficetola e colaboradores (2008), os quais utilizaram *primers* específicos para amplificar sequências curtas de DNA mitocondrial com o objetivo de rastrear a presença da espécie de uma rã, *Rana catesbeiana*, em ambientes controlados e pântanos naturais. Essa tecnologia tem sido aplicada com sucesso em estudos com peixes (ELBERRI et al., 2020), invertebrados (LARSON et al., 2017), mamíferos (WILLIAMS et al., 2018), anfíbios (HALL et al., 2018). Além disso, aplicações do eDNA *barcoding* têm sido realizadas para detecção de espécies invasoras (KIM et al., 2018; MUÑOZ-COLMENERO et al., 2018), espécies ameaçadas de extinção (WELTZ et al., 2017), ou visando à elaboração de estratégias de conservação (EVANS; LAMBERTI, 2018).

Feio e colaboradores (2020) destacaram que a conservação e o manejo sustentável dos ecossistemas aquáticos são altamente dependentes da eficiência, precisão e custo dos métodos existentes para a detecção de espécies-chave e monitoramento de comunidades biológicas. Dessa forma, os avanços nas ferramentas de eDNA, promovidos por tecnologias de sequenciamento gênico estão gerando milhões de sequências de forma rápida, com a redução de custos, e superando as dificuldades advindas das abordagens taxonômicas tradicionais.

4.2 eDNA metabarcoding

Embora o eDNA *barcoding* possa ser uma técnica com grande potencial de aplicação, o método processa cada espécime individualmente, tornando-se mais caro e demorado, principalmente se o intuito do estudo for a detecção de comunidades de organismos (KECK et al., 2017). Mais recentemente, o eDNA *metabarcoding* surgiu como uma ferramenta alternativa, visto que sua metodologia emprega *primers* específicos para os grupos taxonômicos de interesse, associado ao sequenciamento de alto rendimento (HTS, do inglês *High Throughput Sequencing*), sendo capaz de identificar simultaneamente milhões de sequências dentro de uma amostra, o que diminui o custo e aumenta a velocidade de processamento das amostras (ELBRECHT; LEESE, 2015; VALENTINI et al., 2016). O eDNA *metabarcoding* baseia-se no uso de amostras de eDNA, podendo ser água, solo, excretas, ar, para amplificar sequências gênicas através da PCR. Esses genes são então sequenciados por HTS (Figura 1), o que possibilita identificar a composição dos diferentes grupos taxonômicos de maneira mais sensível, que a identificação morfológica tradicional (TABERLET et al., 2018; VALENTINI et al., 2016).

Por ser uma técnica recente, apresenta ainda importantes limitações, como a detecção da biodiversidade em função dos dados disponíveis para a identificação das sequências e a escolha do *primer*, fator que pode gerar viés (DEINER et al., 2016; TABERLET et al., 2018). Entretanto, os erros associados aos estudos de *metabarcoding* de eDNA podem ser minimizados com o desenvolvimento de um estudo cuidadoso, com a escolha de um *primer* apropriado e amostragem e replicação robustas (DEINER et al., 2017). Apesar das limitações, o uso do *metabarcoding* para avaliação de comunidades inteiras mostrou resultados importantes, como, quando se compara abundância e biodiversidade identificada pela técnica do *metabarcoding versus* métodos convencionais, limitados pela identificação taxonômica (DEINER et al., 2016; SCHROEDER et al., 2020; SERRANA et al., 2019; FRANKLIN et al., 2019).

No Brasil, estudos baseados no biomonitoramento 1.0 são maioria, sendo utilizados para todos os ecossistemas aquáticos, inclusive em reservatórios do Semiárido, enquanto que aqueles baseados no biomonitoramento 2.0, a partir da análise do eDNA *metabarcoding* ainda são escassos (BERNARDINO et al., 2019; MACHADO et al., 2020; SALES et al., 2019, 2020, 2021; SASSO et al., 2017; SIMÃO et al., 2017), sendo mais raros ainda para o Semiárido brasileiro, (SALES et al., 2019; SALES et al., 2021). As comunidades mais utilizadas para essa avaliação são de macroinvertebrados bentônicos e peixes, por serem considerados indicadores de condições ambientais (KECK et al., 2017).

No contexto de que a identificação morfológica de espécies é um processo demorado e oneroso e em virtude do eDNA *metabarcoding* ser uma ferramenta que vem demonstrando resultados promissores na identificação de grupos taxonômicos para avaliação e determinação da qualidade ambiental. O estudo e aplicação dessa técnica para

avaliação e acompanhamento do estado de saúde em ecossistemas no Semiárido indica grande relevância, visto que a abordagem possibilita a obtenção de uma resposta mais rápida e robusta na avaliação do estado ecológico desses ecossistemas, o que permite um melhor manejo e gestão dos recursos hídricos, subsidiando inclusive informações que auxiliem na elaboração de estratégias para a conservação da biodiversidade e a aplicação de políticas que reduzam o risco potencial de perda dos recursos na região.

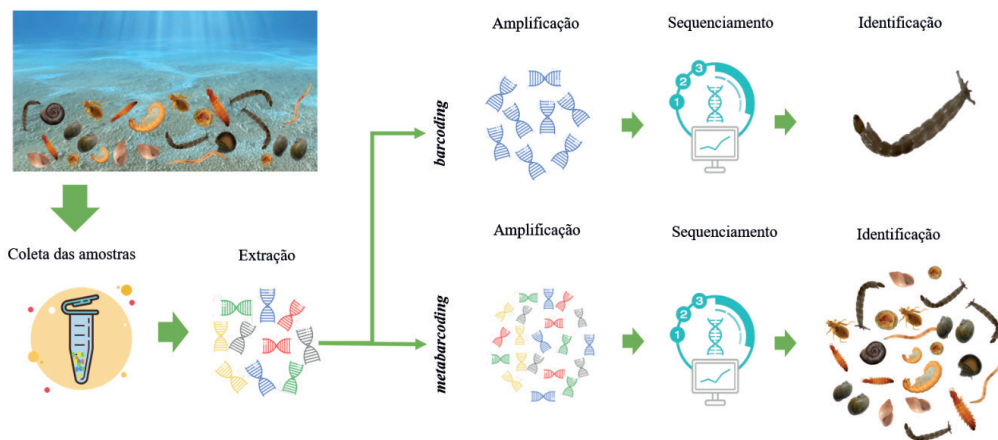


Figura 1. Visão geral básica das técnicas de barcoding e metabarcoding de DNA ambiental (eDNA).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do eDNA para avaliação ecológica vem mostrando ser uma ferramenta com grande potencial, possuindo diferentes aplicações em diversos ecossistemas. Seu uso, com base em técnicas moleculares, mostra resultados promissores e, por isso, outros estudos são necessários para que o estabelecimento de protocolos eficientes para os ambientes estudados.

Em adição, o uso do eDNA como base para estudos e avaliação de ecossistemas aquáticos diminui as limitações dos métodos convencionais, como: o longo período de processamento de amostras e a dificuldade de diferenciação de espécies muito semelhantes. A aplicação do eDNA *metabarcoding* pode representar uma alternativa mais rápida, robusta e eficiente em relação ao método de diferenciação taxonômica utilizado atualmente para determinação da saúde ecológica de ecossistemas.

Estudos utilizando essa técnica em reservatórios do Semiárido brasileiro compreendem uma boa estratégia para melhoria na avaliação ecológica, gerando respostas mais rápidas sobre o estado ecológico desses ambientes, o que possibilitará um melhor manejo dos recursos hídricos, permitindo melhorias na manutenção da qualidade da água ofertada para a população, o desenvolvimento de ações de mitigação dos impactos

antrópicos sobre esses ambientes e possibilitando a elaboração de estratégias políticas de gestão, para evitar perdas dos recursos hídricos da região.

Por fim, estudos de viabilização dessa técnica em ecossistemas aquáticos no Brasil são importantes, visto que, apesar do potencial dos métodos, ainda são poucos os trabalhos que trazem o uso e aplicação do eDNA como ferramenta para avaliação ecológica dos ambientes aquáticos brasileiros. Neste sentido, estudos para estabelecer e padronizar metodologias que possam ser empregadas na avaliação de ecossistemas são importantes, para que essas técnicas sejam aplicadas e superem as limitações advindas da técnica convencional de diferenciação morfológica.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, D. J. S. *et al.* Biotic or abiotic factors: which has greater influence in determining the structure of rotifers in semi-arid reservoirs? **Acta Limnologica Brasiliensia**, 2015. v. 27, n. 1, p. 60–77.
- BAGLEY, M. *et al.* High-throughput environmental DNA analysis informs a biological assessment of an urban stream. **Ecological Indicators**, 2019. v. 104, n. April, p. 378–389.
- BAIRD, D. J.; HAJIBABAEI, M. Biomonitoring 2.0: A new paradigm in ecosystem assessment made possible by next-generation DNA sequencing. **Molecular Ecology**, 2012. v. 21, n. 8, p. 2039–2044.
- BARBOSA, J. E. De L. *et al.* Ecossistemas aquáticos do semi-árido brasileiro: Aspectos limnológicos e manejo. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 2012. v. 24, n. 1, p. 103–118.
- BEERMANN, A. J. *et al.* DNA metabarcoding reveals the complex and hidden responses of chironomids to multiple stressors. **Environmental Sciences Europe**, 2018. v. 30, n. 1.
- BERNARDINO, A. F. *et al.* Chronic trace metals effects of mine tailings on estuarine assemblages revealed by environmental DNA. **PeerJ**, 7 nov. 2019. v. 7, p. e8042.
- BRAGA, G. G. *et al.* Influence of extended drought on water quality in tropical reservoirs in a semiarid region. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 2015. v. 27, n. 1, p. 15–23.
- BRASIL. **Resolução 107, de 27 de março de 2017**. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).
- BUSH, A. *et al.* Studying Ecosystems With DNA Metabarcoding: Lessons From Biomonitoring of Aquatic Macroinvertebrates. **Frontiers in Ecology and Evolution**, 2019. v. 7, n. November, p. 1–12.
- CLARK, D. E. *et al.* Environmental DNA metabarcoding reveals estuarine benthic community response to nutrient enrichment – Evidence from an in-situ experiment. **Environmental Pollution**, 2020. v. 267, p. 115472.
- DEINER, K. *et al.* Environmental DNA reveals that rivers are conveyor belts of biodiversity information. **Nature Communications**, 2016. v. 7.

_____. *et al.* Environmental DNA metabarcoding: Transforming how we survey animal and plant communities. **Molecular Ecology**, 2017. v. 26, n. 21, p. 5872–5895.

DODDS, W. K. *et al.* Eutrophication of U.S. Freshwaters: Analysis of Potential Economic Damages. **Environmental Science & Technology**, jan. 2009. v. 43, n. 1, p. 12–19.

EKELUND, N. G. A.; HÄDER, D. P. Environmental monitoring using bioassays. **Bioassays: Advanced Methods and Applications**, 2018. n. Ps II, p. 419–437.

ELBERRI, A. I. *et al.* DNA and eDNA-based tracking of the North African sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. **Molecular and Cellular Probes**, 2020. v. 51, n. February, p. 101535.

ELBRECHT, V.; LEESE, F. Can DNA-based ecosystem assessments quantify species abundance? Testing primer bias and biomass-sequence relationships with an innovative metabarcoding protocol. **PLoS ONE**, 2015. v. 10, n. 7, p. 1–16.

EVANS, N. T. *et al.* Quantification of mesocosm fish and amphibian species diversity via environmental DNA metabarcoding. **Molecular Ecology Resources**, 2016. v. 16, n. 1, p. 29–41.

_____; LAMBERTI, G. A. Freshwater fisheries assessment using environmental DNA: A primer on the method, its potential, and shortcomings as a conservation tool. **Fisheries Research**, 2018. v. 197, n. September, p. 60–66.

FAN, J. *et al.* Modeling the ecological status response of rivers to multiple stressors using machine learning: A comparison of environmental DNA metabarcoding and morphological data. **Water Research**, 2020. v. 183, p. 116004.

FEIO, M. J. *et al.* A taxonomy-free approach based on machine learning to assess the quality of rivers with diatoms. **Science of the Total Environment**, 2020. v. 722, p. 137900.

FERNANDES, R. T. V. *et al.* Monitoramento ambiental das águas do estuário do Rio das Conchas (RN) próximo a uma unidade de extração de sal. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 28 jun. 2019. v. 8, n. 2, p. 361.

FICETOLA, G. F. *et al.* Species detection using environmental DNA from water samples. **Biology Letters**, 2008. v. 4, n. 4, p. 423–425.

FIGUEIREDO, A. Do V.; BECKER, V. Influence of extreme hydrological events in the quality of water reservoirs in the semi-arid tropical region. **Rbrh**, 2018. v. 23, n. 0, p. 1–8.

FRANKLIN, T. W. *et al.* Using environmental DNA methods to improve winter surveys for rare carnivores: DNA from snow and improved noninvasive techniques. **Biological Conservation**, 2019. v. 229, n. October 2018, p. 50–58.

GUTIÉRREZ, A. P. A. *et al.* Drought preparedness in Brazil. **Weather and Climate Extremes**, 2014. v. 3, p. 95–106.

HAJIBABAEI, M. *et al.* Assessing biodiversity of a freshwater benthic macroinvertebrate community through non-destructive environmental barcoding of DNA from preservative ethanol. **BMC Ecology**, 2012. v. 12, p. 1–10.

_____ *et al.* A new way to contemplate darwin's tangled bank: How DNA barcodes are reconnecting biodiversity science and biomonitoring. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 2016. v. 371, n. 1702.

HALL, E. M. *et al.* Seasonal dynamics and potential drivers of ranavirus epidemics in wood frog populations. **Oecologia**, 22 dez. 2018. v. 188, n. 4, p. 1253–1262.

HARPER, L. R. *et al.* Environmental DNA (eDNA) metabarcoding of pond water as a tool to survey conservation and management priority mammals. **Biological Conservation**, 2019. v. 238, n. May.

HEBERT, P. D. N.; HOLLINGSWORTH, P. M.; HAJIBABAEI, M. From writing to reading the encyclopedia of life. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, 2016. v. 371, n. 1702.

KECK, F. *et al.* Freshwater biomonitoring in the Information Age. **Frontiers in Ecology and the Environment**, 2017. v. 15, n. 5, p. 266–274.

KIM, P. *et al.* Early detection of marine invasive species, *Bugula neritina* (Bryozoa: Cheilostomatida), using species-specific primers and environmental DNA analysis in Korea. **Marine Environmental Research**, 2018. v. 139, p. 1–10.

KOPERSKI, P. Phylogenetic diversity of larval Chironomidae (Diptera) in lowland rivers as a potential tool in assessment of environmental quality. **Hydrobiologia**, 2019. v. 836, n. 1, p. 83–96.

KRISTENSEN, P. **European waters assesment of status and pressures 2018**. [S.I.]: EEA Report, 2018.

LARSON, E. R. *et al.* Environmental DNA (eDNA) detects the invasive crayfishes *Orconectes rusticus* and *Pacifastacus leniusculus* in large lakes of North America. **Hydrobiologia**, 11 out. 2017. v. 800, n. 1, p. 173–185.

LI, M. *et al.* Qualitative and quantitative detection using eDNA technology: A case study of *Fenneropenaeus chinensis* in the Bohai Sea. **Aquaculture and Fisheries**, maio. 2020. v. 5, n. 3, p. 148–155.

LIMA, S. M. S. *et al.* Dinâmica funcional de reservatórios de usos múltiplos da região semiárida/Paraíba-Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 2012. v. 7, n. 4, p. 18–25.

MACHADO, K. B. *et al.* DNA metabarcoding reveals the responses of prokaryotes and eukaryotes microbiota to warming: Are the patterns similar between taxonomic and trophic groups? **Ecological Indicators**, 2020. v. 115, n. September 2019, p. 106452.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, 2017. v. 129, n. 3–4, p. 1189–1200.

MARTINS, F. S.; ANTUNES, S. C. Qualidade ecológica de ecossistemas aquáticos. **Revista de Ciência Elementar**, 30 jun. 2019. v. 7, n. 2.

MUÑOZ-COLMENERO, M. *et al.* New specific molecular marker detects *Ficopomatus enigmaticus* from water eDNA before positive results of conventional sampling. **Journal for Nature Conservation**, jun. 2018. v. 43, p. 173–178.

MUSTAPHA, M. K. Assessment of the water quality of oyun reservoir, Offa, Nigeria, using selected physico-chemical parameters. **Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 2008. v. 8, n. 2, p. 309–319.

OGRAM, A.; SAYLER, G. S.; BARKAY, T. The extraction and purification of microbial DNA from sediments. **Journal of Microbiological Methods**, 1987. v. 7, n. 2–3, p. 57–66.

QUEIROZ, J. .; SILVA, M. S. G. M.; STRIXINO, S. T. **Organismos Bentônicos biomonitoramento de qualidade de água Organismos Bentônicos : Biomonitoramento de Qualidade de Águas.** [S.l.]: [s.n.], 2008.

ROCHA JUNIOR, C. A. N. Da *et al.* Water volume reduction increases eutrophication risk in tropical semi-arid reservoirs. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 2018. v. 30, n. 0.

RUPPERT, K. M.; KLINE, R. J.; RAHMAN, M. S. Past, present, and future perspectives of environmental DNA (eDNA) metabarcoding: A systematic review in methods, monitoring, and applications of global eDNA. **Global Ecology and Conservation**, 2019. v. 17, p. e00547.

SALES, N. G. *et al.* Influence of preservation methods, sample medium and sampling time on eDNA recovery in a neotropical river. **Environmental DNA**, 2019. v. 1, n. 2, p. 119–130.

_____ *et al.* Assessing the potential of environmental DNA metabarcoding for monitoring Neotropical mammals: a case study in the Amazon and Atlantic Forest, Brazil. **Mammal Review**, 2020. v. 50, n. 3, p. 221–225.

_____ *et al.* Space-time dynamics in monitoring neotropical fish communities using eDNA metabarcoding. **Science of the Total Environment**, 2021. v. 754, p. 142096.

SASSO, T. *et al.* Environmental DNA characterization of amphibian communities in the Brazilian Atlantic forest: Potential application for conservation of a rich and threatened fauna. **Biological Conservation**, 2017. v. 215, n. 321, p. 225–232.

SCHROEDER, A. *et al.* DNA metabarcoding and morphological analysis - Assessment of zooplankton biodiversity in transitional waters. **Marine Environmental Research**, 2020. v. 160, n. February.

SERRANA, J. M. *et al.* Comparison of DNA metabarcoding and morphological identification for stream macroinvertebrate biodiversity assessment and monitoring. **Ecological Indicators**, 2019. v. 101, n. October 2018, p. 963–972.

SIMÃO, T. L. L. *et al.* Characterization of ciliate diversity in bromeliad tank waters from the Brazilian Atlantic Forest. **European Journal of Protistology**, 2017. v. 61, p. 359–365.

SINDERN, S. *et al.* Anthropogenic heavy metal signatures for the fast growing urban area of Natal (NE-Brazil). **Environmental Geology**, 10 abr. 2007. v. 52, n. 4, p. 731–737.

SNYDER, M. R. *et al.* Detecting aquatic invasive species in bait and pond stores with targeted environmental (e)DNA high-throughput sequencing metabarcoding assays: Angler, retailer, and manager implications. **Biological Conservation**, 2020. v. 245, n. January, p. 108430.

TABERLET, P. *et al.* Environmental DNA. **Molecular Ecology**, 2012. v. 21, n. 8, p. 1789–1793.

_____. *et al.* **Environmental DNA**. [S.l.]: Oxford University Press, 2018. V. 1.

THOMSEN, P. F.; WILLERSLEV, E. Environmental DNA - An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. **Biological Conservation**, 2015. v. 183, p. 4–18.

TINÔCO, I. C. M. *et al.* Characterization of rainfall patterns in the semi-arid Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências**, 2018. v. 41, n. 2, p. 397–409.

VALENTINI, A. *et al.* Next-generation monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding. **Molecular Ecology**, 2016. v. 25, n. 4, p. 929–942.

WELTZ, K. *et al.* Application of environmental DNA to detect an endangered marine skate species in the wild. **PLoS ONE**, 2017. v. 12, n. 6, p. 1–16.

WILLIAMS, K. E. *et al.* Detection and persistence of environmental DNA from an invasive, terrestrial mammal. **Ecology and Evolution**, 2018. v. 8, n. 1, p. 688–695.

YANG, J.; ZHANG, X. eDNA metabarcoding in zooplankton improves the ecological status assessment of aquatic ecosystems. **Environment International**, 2020. v. 134, n. September 2019, p. 105230.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agroecología 101, 102, 106, 115
Árvores 53, 54, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122
Avaliação Ambiental 28, 136
Aves 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 49
Azadirachta Indica 116, 117, 118, 120, 121, 123

B

Biodiversidade 2, 9, 35, 48, 61, 64, 68, 76, 79, 80, 82, 86, 87, 88, 92, 94, 117, 119, 135, 140, 141, 142, 143, 149, 150, 151, 154, 155
Bioindicadores 27, 28, 37

C

Chemosystematics 124
Ciências da natureza 1
Conservação 2, 9, 10, 1, 3, 10, 11, 12, 40, 48, 59, 62, 63, 66, 67, 68, 79, 80, 82, 86, 87, 88, 135, 139, 141, 143, 149, 151, 154, 155, 156
Conservation of fragments 40
Contagem 116, 118
Crisis campesina y Crisis Rural 101
Cuidado alomaternal 52
Cuidado maternal 52, 53

D

Distribuição geográfica 61, 63
Diversity of rodents and marsupials 40
Dormência 95, 97, 99, 100

E

Ecologia 2, 9, 39, 52, 57, 59, 60, 67, 89, 154, 155
Educação Ambiental 1, 3, 4, 11, 12
Enraizamento 95, 97, 98
Essential oils 124, 126, 133
Estaquia 95, 97, 100
Extensión Agroecológica 101, 102, 106, 107
Extensión rural 11, 101, 102, 105, 112, 113

F

Floresta Atlântica 149, 152, 154, 155

Forest diversity 40

G

Geopark Araripe 72, 73, 74, 77, 78

H

Hyptidinae 124, 125

I

Identificação de espécies 135, 136

Interação ecológica 1

M

Macaco-prego 52, 55, 59

Maracujá 2, 10, 95

Marcadores ecológicos 136

Meio Ambiente 9, 7, 12, 37, 49, 52, 69, 74, 76, 77, 81, 89, 90, 91, 93, 94, 116, 119, 120, 123, 149, 155, 156

Multivariate Analysis 124, 126

N

Nicho Climático 11, 61, 63, 67

O

Onça-parda 61, 67, 68

P

Phenology 124, 127, 129

Polinizador. Polinização 1

Preservação 14, 23, 36, 76, 119, 120, 139, 151

Promoção da Saúde 72, 73, 74, 77

Q

Qualidade de Vida 72, 73, 74, 77, 116, 119

R

Reconversión mental y productiva 101, 102, 106

Recursos hídricos 27, 138, 143, 144

S

São Vicente Ferrer 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155

Saúde ambiental 27

Sementes 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 79, 81, 84, 86, 87, 89, 92, 95, 97, 98, 99, 100, 117

Semiárido 12, 27, 118, 135, 137, 142, 143

Silvestre 14, 59

V


Visão 1, 10, 14, 16, 21, 22, 23, 143

Atena
Editora
Ano 2021




Ecologia

e conservação da biodiversidade

 www.arenaeditora.com.br

 contato@arenaeditora.com.br


 @arenaeditora


 www.facebook.com/arenaeditora.com.br





Ecologia

e conservação da **biodiversidade**

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br