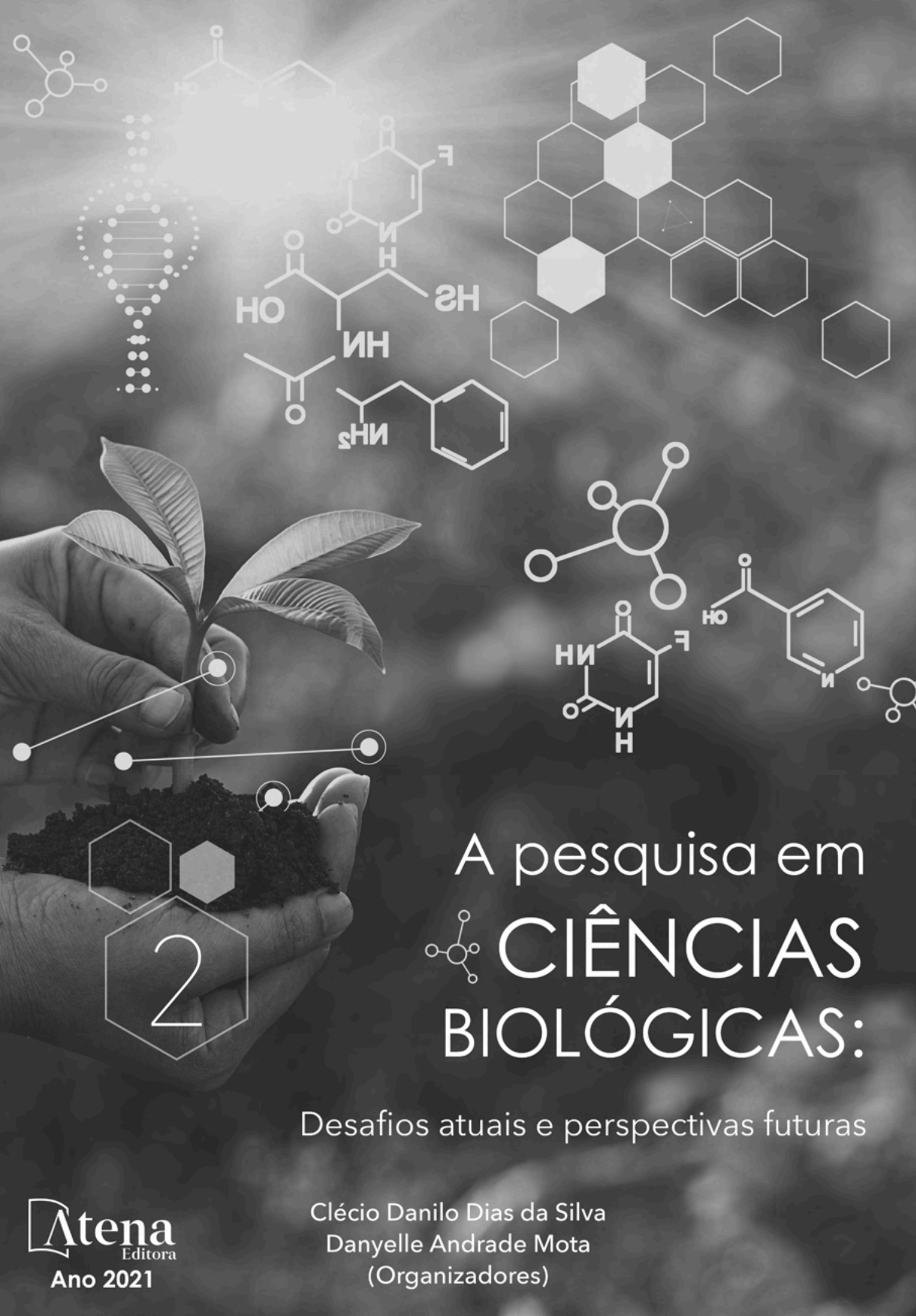


A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

Atena
Editora
Ano 2021

Clécio Danilo Dias da Silva
Danyelle Andrade Mota
(Organizadores)



A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

Atena
Editora
Ano 2021

Clécio Danilo Dias da Silva
Danyelle Andrade Mota
(Organizadores)

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

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

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 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

A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 2

Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadores: Clécio Danilo Dias da Silva
Danyelle Andrade Mota

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 A pesquisa em ciências biológicas: desafios atuais e perspectivas futuras 2 / Organizadores Clécio Danilo Dias da Silva, Danyelle Andrade Mota. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-526-3

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.263210410>

1 Ciências biológicas. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). II. Mota, Danyelle Andrade (Organizadora). III. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 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

As Ciências Biológicas, assim como as diversas áreas da Ciência (Naturais, Humanas, Sociais e Exatas), passam por constantes transformações, as quais são determinantes para o seu avanço científico. Nessa perspectiva, a coleção “A Pesquisa em Ciências Biológicas: Desafios Atuais e Perspectivas Futuras”, é uma obra composta de dois volumes com uma série de investigações e contribuições nas diversas áreas de conhecimento que interagem nas Ciências Biológicas.

Assim, a coleção é para todos os profissionais pertencentes às Ciências Biológicas e suas áreas afins, especialmente, aqueles com atuação no ambiente acadêmico e/ou profissional. Cada volume foi organizado de modo a permitir que sua leitura seja conduzida de forma simples e com destaque por área da Biologia.

O Volume I “Saúde, Meio Ambiente e Biotecnologia”, reúne 17 capítulos com estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa. Os capítulos apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos experimentais laboratoriais, de campo e de revisão de literatura realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos e pós-graduandos. A produção científica no campo da Saúde, Meio Ambiente e da Biotecnologia é ampla, complexa e interdisciplinar.

O Volume II “Biodiversidade, Meio Ambiente e Educação”, apresenta 16 capítulos com aplicação de conceitos interdisciplinares nas áreas de meio ambiente, ecologia, sustentabilidade, botânica, micologia, zoologia e educação, como levantamentos e discussões sobre a importância da biodiversidade e do conhecimento popular sobre as espécies. Desta forma, o volume II poderá contribuir na efetivação de trabalhos nestas áreas e no desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas na esfera educacional e não formal de ensino, com ênfase no meio ambiente e manutenção da biodiversidade de forma de compreender e refletir sobre problemas ambientais.

Portanto, o resultado dessa experiência, que se traduz nos dois volumes organizados, objetiva apresentar ao leitor a diversidade de temáticas inerentes as áreas da Saúde, Meio Ambiente, Biodiversidade, Biotecnologia e Educação, como pilares estruturantes das Ciências Biológicas. Por fim, desejamos que esta coletânea contribua para o enriquecimento da formação universitária e da atuação profissional, com uma visão multidimensional com o enriquecimento de novas atitudes e práticas multiprofissionais nas Ciências Biológicas.

Agradecemos aos autores pelas contribuições que tornaram essa edição possível, e juntos, convidamos os leitores para desfrutarem as publicações.

Clécio Danilo Dias da Silva


Danyelle Andrade Mota

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE DA DINÂMICA SEDIMENTAR ESPAÇO-TEMPORAL DOS ESTUÁRIOS DO IPOJUCA E MEREPE (PE) COM BASE NOS COMPONENTES DA FRAÇÃO ARENOSA (0,25MM E 0,50MM)


Thamiris Tércila Veiga
Roberto Lima Barcellos
Luciana Dantas dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104101>

CAPÍTULO 2..... 19

PRESERVAÇÃO DA SAÚDE AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM AMBIENTE MARINHO E FLUVIAL: ÊNFASE NOS EFEITOS DA APLICAÇÃO DE TINTAS VENENOSAS EM EMBARCAÇÕES NÁUTICAS


Fagner Evangelista Severo
Maria Cristina Pereira Matos
Tânia Cristina dos Santos Guedes Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104102>

CAPÍTULO 3..... 30

SALINITY ASSESSMENT IN THE GERMINATION OF *LAGUNCULARIA RACEMOSA* (L.) C. F. GAERTN. FOR SELECTING MANGROVE RESTORING SITES


Jacyara Nascimento Corrêa
James Werllen de J. Azevedo
Alexandre Oliveira
Flávia Rebelo Mochel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104103>

CAPÍTULO 4..... 45

BIOMONITORAMENTO DO RIO CATOLÉ GRANDE, BA, POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE DANOS GENÉTICOS NOS ERITRÓCITOS DE *HOPLIAS MALABARICUS* (BLOCH, 1794) (CHARACIFORMES, ERYTHRINIDAE)

Hellen Karoline Brito da Rocha
Cláudia Maria Reis Raposo Maciel
Alaor Maciel Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104104>

CAPÍTULO 5..... 55

GAMETOGÊNESE E REPRODUÇÃO DO INVASOR *Auchenipterus osteomystax* (AUCHENIPTERIDAE, SILURIFORMES) NA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL


Claudenice Dei Tos
Herick Soares de Santana
Arthur Henrique de Sousa Antunes
Ana Luiza Faria Bernardes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104105>

CAPÍTULO 6..... 72

INFLUÊNCIA DA ESTAÇÃO REPRODUTIVA SOBRE A QUALIDADE SEMINAL DE TAMBAQUI E DE PIRAPITINGA


Mônica Aline Parente Melo Maciel
Carminda Sandra Brito Salmito Vanderley
Jordana Sampaio Leite
Felipe Silva Maciel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104106>

CAPÍTULO 7..... 84

ISOLAMENTO DE FUNGOS FILAMENTOSOS DE SOLOS DA UFAM E ESTERCO BOVINO NO KM 12 BR 174, MANAUS-AM


Ana Eduarda de Aquino Veiga
Thalita Victoria Vieira Oliveira
João Raimundo Silva de Souza
Maria Ivone Lopes da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104107>

CAPÍTULO 8..... 94

OCORRÊNCIA DO FUNGO *SPOROTHRIX* SPP. NAS GARRAS DOS MEMBROS ANTERIORES DE ANIMAIS SELVAGENS


Flora Nogueira Matos
Sandra de Moraes Gimenes Bosco
Giselle Souza da Paz
Alana Lucena Oliveira
Arthur Carlos da Trindade
Luna Scarpari Rolim
Lorena Ortega Silvestre
Carlos Roberto Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104108>

CAPÍTULO 9..... 105

CRANIADOS SILVESTRES ATROPELADOS NA ERS 122 (Km 9 A Km 20), SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ, RS, BRASIL

Karina Seidel Gervasoni
Marcelo Pereira de Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2632104109>

CAPÍTULO 10..... 120

O MÉTODO RAPELD NA PADRONIZAÇÃO DE AMOSTRAGENS PARA ESTUDOS DE ECOLOGIA DE MOLUSCOS TERRESTRES


Jaqueline Lopes de Oliveira
Mariana Castro de Vasconcelos
Sonia Barbosa dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041010>

CAPÍTULO 11..... 135

TENDÊNCIAS DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA SOBRE A PLANTA *ANREDERA CORDIFOLIA*


Elisa Vanessa Heisler
Fernanda Trombini
Ivana Beatrice Mânica da Cruz
Marcio Rossato Badke
Juliano Perottoni
Nathália Cardoso de Afonso Bonotto
Thamara G. Flores
Neida Luiza Kaspary Pellenz
Jacqueline da Costa Escobar Piccoli
Fernanda Barbisan
Maria Denise Schimith

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041011>

CAPÍTULO 12..... 148

PINHEIROS INVASORES NO CERRADO: ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES E SUGESTÃO DE MANEJO USANDO O MODELO MATRICIAL


Emilia Pinto Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041012>

CAPÍTULO 13..... 159

IMPACTOS DO USO DE ESPÉCIES EXÓTICAS NA ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS: A PERCEPÇÃO DOS MORADORES ACERCA DO NIM-INDIANO (*Azadirachta indica* A. Juss.)


Antonia Rosizelia Martins Sampaio
Dan Vitor Vieira Braga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041013>

CAPÍTULO 14..... 171

MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA PRODUÇÃO DE CANUDOS

Leticia de Oliveira Maia
Victor Dédalo Di Próspero Gonçalves
Karolini Buoro Araújo
Ana Gabrielle Rodrigues Pereira
Eliana Setsuko Kamimura


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041014>

CAPÍTULO 15..... 185

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA COM ALUNOS DA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Heric Maicon Almeida Mota
Janice Henriques da Silva Amaral
Elisângela Martins dos Santos
Iasmin Rabelo Queiroz
Eduarda Maria Silva de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041015>

CAPÍTULO 16.....	200
EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE FORMIGAS COM ELABORAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS	
Francielle da Silva Mateus Costa	
Angela Maria Muniz Gonçalves	
Ilio Fealho de Carvalho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.26321041016	
SOBRE OS ORGANIZADORES	210
ÍNDICE REMISSIVO.....	211

CAPÍTULO 12

PINHEIROS INVASORES NO CERRADO: ESTRUTURA DAS POPULAÇÕES E SUGESTÃO DE MANEJO USANDO O MODELO MATRICIAL

Data de aceite: 21/09/2021

Data de submissão: 20/09/2021

Emilia Pinto Braga

Universidade de Brasília
Brasília – Distrito Federal

<http://lattes.cnpq.br/3243231920364239>

RESUMO: No Brasil, espécies do gênero *Pinus* tem atuado como invasoras em diferentes ecossistemas, inclusive em Unidades de Conservação. No Jardim Botânico de Brasília (JBB), que faz parte de uma Área de Proteção Ambiental de Cerrado, duas espécies de pinheiros, *Pinus caribaea* e *Pinus oocarpa*, tem se disseminado em vegetação nativa, tendo já estabelecidas populações autossustentáveis, das quais se desconhecem suas dimensões e seus efeitos. O objetivo desta pesquisa foi descrever as estruturas das populações invasoras de *Pinus caribaea* e *Pinus oocarpa* e propor manejo para controle e exclusão. As populações foram amostradas utilizando transecções perpendiculares às plantações e os indivíduos encontrados foram marcados, medidos e identificados. Foram realizados dois levantamentos para descrever estruturas populacionais e montar uma matriz de transição dos estágios de vida de cada população. As matrizes foram utilizadas para simular ações de manejo das populações invasoras. A população de *P. caribaea* teve um incremento de 9% no intervalo de um ano ($\lambda=1,09$), enquanto *P. oocarpa*

cresceu 7% no mesmo intervalo de tempo ($\lambda=1,07$). A simulação das matrizes resultou em populações de 82570 indivíduos de *P. caribaea* e 220478 de *P. oocarpa* em 22 anos ao redor das plantações. A simulação de cenário futuro com intervenção nas fases mais sensíveis verificadas na matriz de sensibilidade mostrou que, com manejo de exclusão de Imaturos e Adultos, as populações de *P. caribaea* e *P. oocarpa* teriam, respectivamente, 2117 e 12482 indivíduos. Este é o primeiro relato de populações invasoras de *P. caribaea* e *P. oocarpa* e suas projeções de manejo. O envolvimento de pesquisadores e o empenho dos gestores do JBB na busca de alternativas para o controle efetivo das invasões melhora a perspectiva futura da área, podendo até ser um caso de sucesso na erradicação de espécies invasoras.

PALAVRAS - CHAVE: Invasão biológica; Plantas invasoras; *Pinus oocarpa*; *Pinus caribaea*; Ecologia de população.

INVASIVE PINES IN BRAZILIAN SAVANNA: POPULATION STRUCTURES AND MANAGEMENT STRATEGIES USING MATRIX MODELS

ABSTRACT: Some *Pinus* species have acted as invasive in different ecosystems in Brazil, including Conservation Units. In Brasília Botanical Garden (JBB), which is part of a Cerrado Protection Area, two species of pine trees, *Pinus caribaea* and *Pinus oocarpa*, have spread seedlings in native vegetation, with self-sustainable populations already established, of which dimensions and effects are unknown. The objective of this research was to describe the structures *Pinus caribaea* and

Pinus oocarpa invasive populations and to propose management to control and exclusion. The populations were sampled using transects starting at the border of the plantation borders and all individuals of *P. caribaea* and *P. oocarpa* found were marked, measured and identified for two consecutive years, providing information to describe its population structures and build a transition matrix with life stages of each population. The matrices were used to simulate management actions over invasive populations. The *P. caribaea* population had an increase of 9% in the interval of one year ($\lambda=1.09$), while *P.oocarpa* grew by 7% in the same period of time ($\lambda=1.07$). 22-year projections of recursive matrix simulation resulted in populations of 82,570 individuals of *P.caribaea* and 220,478 of *P.oocarpa* around the plantations. Another 22-year simulation of a scene with intervention in the most critical population development phases – verified by the highest sensitivity matrix values – showed that, with management of exclusion of Immature and Adults, the populations of *P.caribaea* and *P.oocarpa* would have, respectively, 2,117 and 12,482 individuals. This is the first report of *P. caribaea* and *P. oocarpa* invasive populations and its management projections. The involvement of researchers and the commitment of JBB managers seeking alternatives for effective control of invasions improves the future prospect of the area, and may even be a case of success in the eradication of invasive species.

KEYWORDS: Biological invasions; Invasive plants; *Pinus oocarpa*; *Pinus caribaea*; Population ecology.

1 | INTRODUÇÃO

Plantas coníferas vem sendo plantadas fora de seu ambiente natural em muitas partes do globo há centenas de anos, e por várias razões, sendo a produção florestal a mais importante (RICHARDSON *et al.*, 2008). No Brasil, a introdução de espécies de coníferas, predominantemente do gênero *Pinus*, aconteceu massivamente na década de 1960 com forte incentivo fiscal do governo e tinha o objetivo de exploração da madeira (ROSOT *et al.*, 2004).

Diferente de registros de introdução de *Pinus* em outros lugares do mundo, no Brasil as plantações ocorreram em extensas áreas (RICHARDSON *et al.*, 2008), facilitando um comportamento invasor até para espécies com menor tendência a tal comportamento (RICHARDSON, REJMANÉK, 2004; BRAGA, ZENNI, HAY, 2014). Adicionalmente à grande pressão de propágulos das extensas plantações (COLAUTTI, GRIGOROVICH, MACISAAC, 2006; SIMBERLOFF *et al.*, 2010), fisionomias de dossel mais aberto, como as encontradas no Cerrado, estão mais suscetíveis à invasão (HIGGINS, RICHARDSON, 1998). Outro ponto desfavorável para as áreas naturais é que, por apresentarem crescimento lento (LAMBERS, POORTER, 1992), plantas do Cerrado podem perder possíveis espaços livres para plantas de desenvolvimento mais rápido, como a maioria das espécies do gênero *Pinus*, impactando negativamente as comunidades de árvores nativas (CAZETTA, ZENNI, 2019).

Ainda que mais 100 espécies potencialmente invasoras tenham sido introduzidas no país (ZENNI, ZILLER, 2011), são escassos os estudos de controle e erradicação das

invasões (PETENON, PIVELLO, 2008), reduzindo as ações a diagnóstico e monitoramento ao invés de adotar uma abordagem prática e pró-ativa de eliminação precoce das populações em processo de invasão (ZILLER, DECHOUM, 2013). Uma estratégia eficaz para descrever populações invasoras é a de matrizes populacionais, pois constroem uma descrição simples do ciclo de vida, com todas as suas taxas vitais, a saber: sobrevivência, crescimento e fecundidade (CASWELL, 2001). Ainda que modelos matriciais careçam de alguns componentes importantes da história de vida das plantas e das próprias mudanças demográficas ao longo do tempo (GIBSON, 2014), adotar modelos inexatos em detrimento de estudos de longo prazo pode ser vantajoso (SILVERTOWN, FRANCO, MENGES, 1996), principalmente em estágios iniciais de invasão, quando seu controle é menos oneroso.

O objetivo dessa pesquisa foi descrever como estão estruturadas as populações de pinheiros que estão estabelecidos em área nativa de Cerrado, desenvolver suas matrizes populacionais e simular estratégias de manejo de mitigação à invasão das duas espécies de pinheiros, *Pinus caribaea* Morelet e *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl., que atualmente ocupam áreas de Cerrado no Jardim Botânico de Brasília (BRAGA, ZENNI, HAY, 2014).

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O Jardim Botânico de Brasília (JBB) está localizado na área centro-sul do Distrito Federal, faz parte da Área de Proteção Ambiental do Gama-Cabeça de Veado e possui área total de 5000 ha: 500 ha de área aberta ao público e 4500 ha de Estação Ecológica, área de proteção integral de Cerrado. O clima local de acordo com a classificação climática de Köppen é Aw (savana tropical). Na área de visitantes existem, desde antes da criação do JBB, em 1985, plantações de *Pinus* que têm se disseminado naturalmente nas áreas de cerrado preservado (BRAGA, ZENNI, HAY, 2012). São 3,2 ha plantados com *Pinus oocarpa*, 3,09 ha com *Pinus caribaea* e 1,5 ha com outras espécies de *Pinus*, em uma densidade aproximada de 306 indivíduos*ha⁻¹ (Fig. 1). Amostras de madeira obtidas com trado de incremento retiradas do caule sugerem que as plantações tenham cerca de 44 anos, tendo sido estabelecidas no início da década de 1970 (dados não apresentados).

As amostragens foram realizadas em dois anos consecutivos, 2013 e 2014, dentro de 11 transeções de 5 m de largura e comprimentos variando entre 63 e 560 m, dependendo do pinheiro mais distante encontrado. As transeções partiam da margem das plantações em diferentes direções, como mostrado na Figura 2.

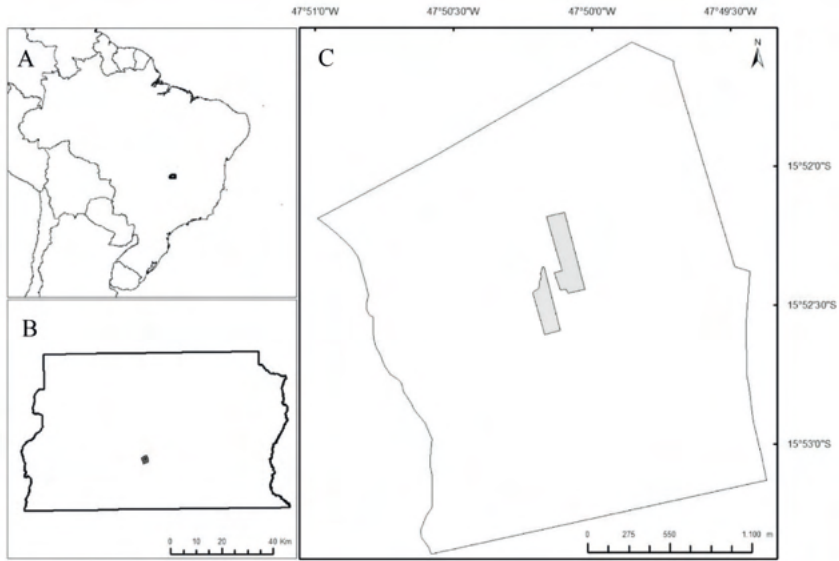


Fig. 1 (A) A área de estudo encontra-se no Planalto Central do Brasil, (B) na área central do Distrito Federal, evidenciado em cinza escuro. (C) Centro de Visitantes do Jardim Botânico de Brasília e plantações de espécies do gênero *Pinus* em cinza.

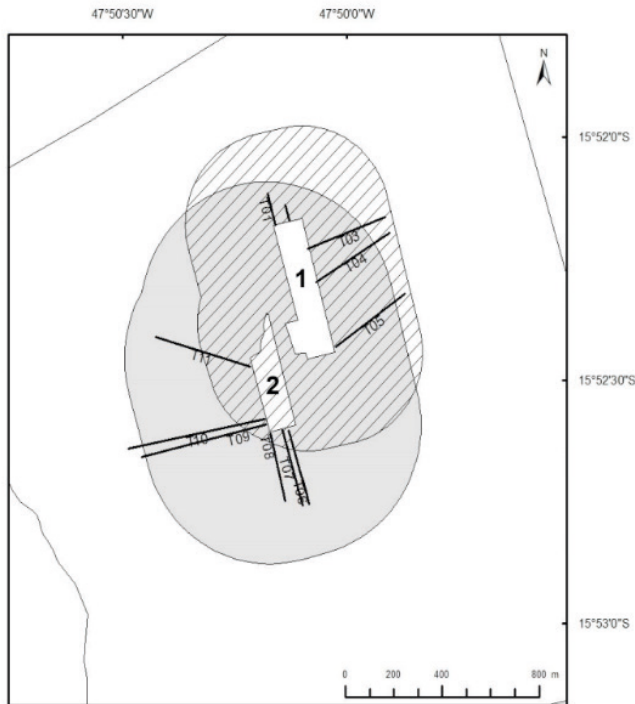


Fig. 2 Transeções instaladas em torno das plantações de *Pinus caribaea* (1) e *Pinus oocarpa* (2) no Jardim Botânico de Brasília. As áreas em cinza e tracejada representam a área de influência imediata de cada uma das espécies.

As transeções posicionadas a norte e a leste das plantações estão em áreas de cerrado com maior densidade de árvores e dossel mais fechado, com cobertura de $85\pm 4\%$, e as posicionadas a oeste e a sul das plantações estão em área de cerrado típico, com menor densidade de copas e cobertura de $72\pm 5\%$.

2.1 Estruturas das populações

Em 2013 todos os indivíduos de *Pinus* encontrados foram marcados com lacres numerados e tiveram diâmetro ao nível do solo (DNS) medido, exceto plântulas que foram apenas marcadas. A identificação de jovens imaturos foi feita pela contagem de acículas em cada fascículo. No segundo levantamento, em dezembro de 2014, os indivíduos previamente marcados foram novamente medidos e reclassificados quando necessário. Os novos pinheiros encontrados, todos plântulas recrutadas neste período, receberam lacres numerados para acompanhamento futuro. Como plântulas ainda não possuem acículas diferenciadas, as que não se diferenciaram no intervalo de um ano e as que foram recrutadas no segundo ano foram contadas e distribuídas dentro das populações usando como critério a proporção de indivíduos de cada espécie que se diferenciaram no intervalo de um ano. Lacres caídos no chão ou soltos, e indivíduos mortos em pé foram considerados mortos. Indivíduos inicialmente marcados que foram cortados por intervenção humana foram desconsiderados nesta pesquisa.

2.2 Análise dos dados e sugestão de estratégia de manejo

Para cada população foi construído um modelo matricial baseado nos estágios de vida, com projeção do intervalo de um ano (2013-2014). A matriz de transição é uma matriz quadrática que contém as probabilidades de um indivíduo, no caso um pinheiro, sobreviver, crescer ou reproduzir no intervalo de tempo determinado (CASWELL, 2001).

A abundância das populações em cada simulação foi projetada como

$$\mathbf{n}(t + 1) = \mathbf{A} * \mathbf{n}(t)$$

onde \mathbf{A} é a matriz de transição da espécie e $\mathbf{n}(t)$ representa o vetor de abundâncias dos estágios no tempo t .

Após criadas as matrizes de transição e de sensibilidade, foram calculadas as taxas de crescimento da população (λ), onde valores de $\lambda > 1$ indicam população em crescimento; valores de $\lambda < 1$ indicam declínio populacional (CASWELL, 2001). As matrizes de sensibilidade foram calculadas para perceber o estágio de desenvolvimento mais sensível a mudanças em ambas as espécies, com o intuito de propor, assim, um manejo de controle populacional objetivando obter valores de λ que prevejam o declínio das populações invasoras.

Como a idade estimada das plantações em 2014 foi de cerca de 44 anos, e as populações invasoras já possuem indivíduos reprodutivos, assumiu-se que em aproximadamente 22 anos os indivíduos apresentem desenvolvimento completo, de

plântula a adulto, para ambas as espécies, e esse tempo foi usado como referência para realizar as projeções das matrizes de transição. Para estimativas de tamanho das populações futuras, foram multiplicadas a matriz de transição de cada população com o respectivo vetor contendo as quantidades de indivíduos de cada classe.

Foram criados, então, cenários de manejo de controle das espécies invasoras. Estes cenários simularam a retirada anual de todos os indivíduos das categorias que apresentaram maiores valores de sensibilidade por igual período da simulação do crescimento da população, 22 anos. O cenário de manejo tem o objetivo de avaliar o quanto uma intervenção poderia refletir nas populações futuras, usando como referência as densidades populacionais atuais e suas respectivas matrizes de transição. Em termos práticos, após simulação dos tamanhos das populações no tempo t , o número encontrado para os estágios de maior valor de sensibilidade foi substituído por 0, e depois foi simulado o tamanho da população para o tempo $t+1$, e assim sucessivamente, por 22 anos.

Para os cálculos das matrizes e parâmetros das populações, foi utilizado o pacote *popbio* (STUBBEN, MILLIGAN, 2007) do software estatístico R 4.0.5 (R CORE TEAM, 2021).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A plantação de *Pinus caribaea*, disseminou o indivíduo mais distante a 350 m da borda da plantação, enquanto o indivíduo mais distante de *Pinus oocarpa* estava a 500 m. *P. oocarpa* obteve valores de densidade próximos a 0 ind*ha⁻¹ nas transeções com Cerrado de copas mais adensadas; já em áreas de Cerrado com copas menos adensadas, a densidade de *P. oocarpa* foram maiores, chegando ao valor máximo de 1305 ind*ha⁻¹. Para *P. caribaea*, as densidades variaram entre 6 e 491 ind*ha⁻¹, e esteve presente tanto em áreas com dossel mais fechado quanto no mais aberto. À distância de 30 m da borda da plantação, as densidades de *P. oocarpa* alcançam mais de 5500 ind*ha⁻¹ (BRAGA, ZENNI, HAY, 2014).

As populações invasoras são de 14 a 51 vezes maiores do que as populações inicialmente plantadas, estando na categoria D1 do esquema unificado proposto por Blackburn *et al.* (2011): população livre na natureza, autossustentável, com indivíduos sobrevivendo e reproduzindo a uma distância significativa do ponto de introdução.

3.1 Análises das matrizes populacionais

Utilizando os valores demográficos de cada estágio nos dois anos, foram calculadas as taxas vitais referentes à sobrevivência, crescimento e reprodução das duas populações (Fig. 3).

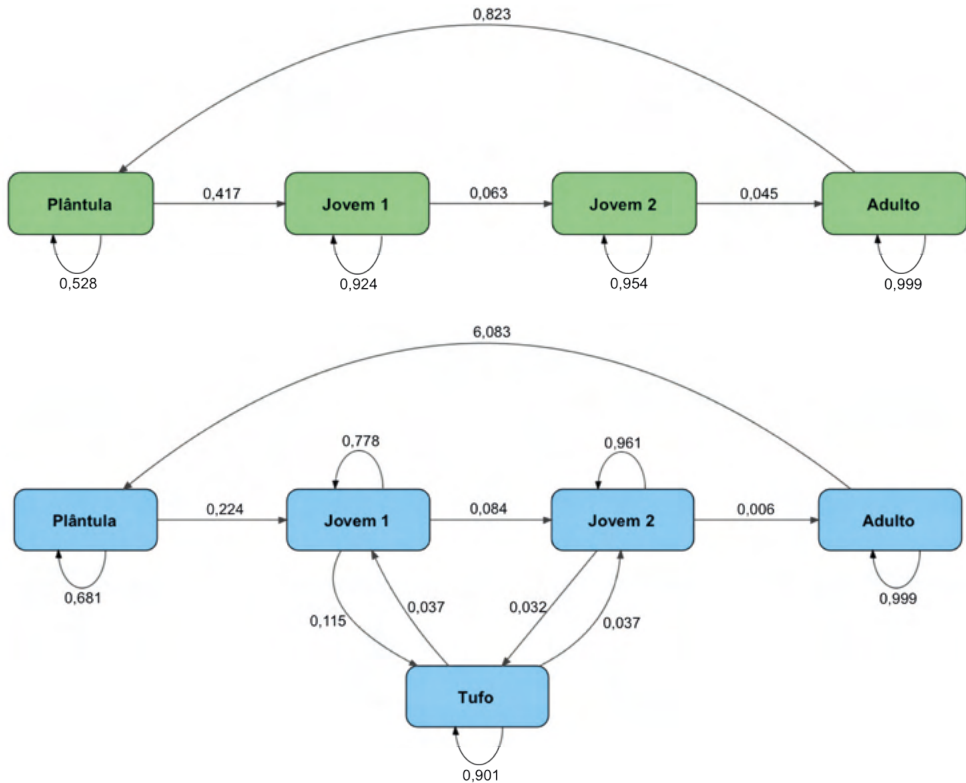


Fig. 3 Ciclos de vida de *Pinus caribaea* (verde) e *Pinus oocarpa* (azul) mostrando transições usadas para construir o modelo populacional. As setas indicam os caminhos possíveis no desenvolvimento da espécie e o recrutamento de plântulas; os números são as probabilidades de aquele evento acontecer no espaço de 1 ano.

O valor de λ para *P. caribaea* foi 1,092, ou seja, a população cresce 9,2% ao ano. Com a projeção da matriz de transição de *P. caribaea* por 22 anos, a população alcançaria a marca de 82570 indivíduos, uma população seis vezes maior que a atual. Para *P. oocarpa*, o valor de λ também ficou acima de 1, com taxa de crescimento anual de 7,3% da população ($\lambda = 1,073$). Na projeção da matriz de transição de *P. oocarpa* pelo mesmo período, a população teria 220478 indivíduos, quase 4,5 vezes maior que a atual.

As matrizes de sensibilidade calculadas foram

$$Scar = \begin{pmatrix} 0,071 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,019 \\ 0,116 & 0,117 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,199 & 0,109 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,163 & 0,103 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,149 & 0,091 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,124 & 0,176 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,372 & 0,332 \end{pmatrix}$$

para a população de *P. caribaea* e

$$Sooc = \begin{pmatrix} 0,063 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,004 \\ 0,113 & 0,056 & 0,052 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,060 & 0,057 & 0,038 & 0,031 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,078 & 0,073 & 0,050 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,155 & 0,105 & 0,085 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,318 & 0 & 0,176 & 0,101 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,145 & 0,263 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \mathbf{1,380} & \mathbf{0,325} \end{pmatrix}$$

para a população de *P. oocarpa*.

Em ambas as populações, o valor de sensibilidade que teve maior influência na variação da taxa de crescimento da população foi referente ao crescimento do indivíduo do estágio Imaturo para o Adulto, e segundo valor mais importante foi a taxa de sobrevivência de indivíduos adultos (ambos destacados em negrito). Isso significa que qualquer mudança no número de indivíduos que entram no estágio reprodutivo tem maior impacto no crescimento das populações do que a mesma mudança proporcional em qualquer outra taxa vital (BENTON, GRANT, 1999).

3.2 Sugestão de Manejo

A proposta de manejo simulou a intervenção direta da exclusão dos indivíduos de maior porte das populações, mas que ainda não se encontravam no estágio reprodutivo, já que este foi o estágio com maior valor de sensibilidade na matriz (0,372 para *P. caribaea* e 1,380 para *P. oocarpa*). No entanto, esta ação seria útil como controle da população invasora, mas não faria a população entrar em declínio, já que a exclusão dos maiores indivíduos de *P. caribaea* reduz o valor de λ para 1,007. Semelhante ao observado na simulação de *P. caribaea*, a população invasora de *P. oocarpa* teria seu tamanho controlado com o manejo, sem declínio, com $\lambda = 1,01$.

Uma simulação que emula uma intervenção mais incisiva mostra que pode ser eficaz na tentativa de erradicar as populações invasoras. Na simulação seriam excluídos todos os indivíduos de grande porte das populações, justamente os estágios que apresentaram maiores valores de sensibilidade: imaturos e adultos. Com a retirada dos indivíduos imaturos e adultos, a população entraria em declínio nas simulações para ambas as espécies. *P. caribaea* teria, ao final de 22 anos de constante extração e acompanhamento, uma população igual a 2117 em toda a área invadida, ou densidade de 1196 indivíduos*ha⁻¹ e valor de $\lambda = 0,88$. Para *P. oocarpa*, os valores de população total e de densidade obtidos na simulação foram 12482 e 7052 ind*ha⁻¹, com $\lambda = 0,94$.

4 | DISCUSSÃO

Muitas plantas invasoras se tornam dominantes na comunidade que invadem devido à sua superioridade competitiva sobre espécies nativas vizinhas. Craine e Orians (2004)

verificaram diminuição da frequência e cobertura de herbáceas que estiveram sob influência de indivíduos de *Pinus halepensis*, observando que, sob a copa, houve a completa exclusão das espécies nativas e registro de facilitação de entrada de espécies ruderais. Outro estudo realizado em torno das plantações do Jardim Botânico de Brasília registrou que áreas com maior presença de *Pinus* apresentam valores menores na densidade e na riqueza da comunidade lenhosa de Cerrado (CAZETTA, ZENNI, 2019). Provavelmente os Pinheiros não excluíram outros indivíduos lenhosos previamente existentes, mas podem, por efeito de ocupação de espaço aéreo ou mesmo acúmulo de acículas, impedir o recrutamento de espécies nativas.

Ações que busquem excluir indivíduos de pinheiros adultos irão refletir no crescimento das populações, podendo promover um maior controle do avanço da invasão. Mesmo alcançando distâncias de mais de 450 m, aproximadamente 85% dos indivíduos de *P. oocarpa* que ocupam as áreas de Cerrado são encontrados em distâncias inferiores a 100 m da borda da plantação (BRAGA, ZENNI, HAY, 2014). Uma ação de exclusão de pinheiros de grande porte deve priorizar inicialmente a exclusão de indivíduos mais distantes, para evitar que a dispersão de propágulos seja ainda maior (BUCKLEY *et al.*, 2005). O ideal seria, preferencialmente, excluir os indivíduos de grande porte mais distantes mesmo antes de que se tornem reprodutivos (BUCKLEY *et al.*, 2005).

O corte dos indivíduos adultos das populações invasoras do Jardim Botânico de Brasília não representaria de fato uma diminuição da chuva de sementes dispersas no Cerrado, já que a principal fonte de propágulos ainda permaneceria intacta. Atualmente a diretoria do JBB tem buscado substituir aos poucos as áreas plantadas por jardins temáticos, mas enquanto as plantações não são totalmente excluídas, uma estratégia para amortecer a entrada de plântulas na população invasora seria retirar os cones das plantações. A retirada de cones é uma prática silvicultural comum para a colheita de sementes (LOPEZ-MATA, 2013; PEREIRA *et al.*, 2015). A retirada de cones das plantações deve priorizar a extração dos cones dos indivíduos que se encontram mais externos da plantação, já que estes expõem mais os cones ao sol, provocando sua abertura (DVORAK, 2002), e não possuem barreiras físicas à disseminação. Importante também realizar essa extração em período antes da maior liberação de sementes que, em área de Cerrado, deve acontecer no período mais quente e seco do ano, entre os meses de agosto e outubro.

A diminuição do povoamento de *Pinus* certamente afetará a dinâmica das populações invasoras, mas ações mais contundentes são necessárias. Esforços de monitoramento e controle dos focos de invasão no Jardim Botânico de Brasília são necessários para que se possa ao menos começar a mitigar os impactos em curso e fazer com que o JBB seja eficaz na sua missão de preservar o Bioma Cerrado. O envolvimento de pesquisadores e o interesse dos administradores do JBB em buscar alternativas para controle efetivo das invasões melhora, e muito, o prospecto futuro da área, podendo até ser um caso de sucesso na erradicação de espécies invasoras. Uma outra área de aproximadamente 15

hectares dentro da área de Proteção Integral está exposta a plantações externas à Estação Ecológica (Lat: -15,878269581808924, Long: -47,86522415615354). Esta área teve todos os indivíduos retirados em 2019 e segue em monitoramento (Aline De Pieri, comunicação pessoal).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A invasão que está acontecendo no Jardim Botânico de Brasília é de possível controle e, melhor ainda, seus administradores tem interesse de lidar com ela. Esta pesquisa propôs algumas estratégias de manejo que podem funcionar como direcionadores para ações de combate. No entanto, independente da decisão da direção do Jardim Botânico, faz-se necessário monitorar e periodicamente quantificar as populações invasoras a fim de serem geradas informações que subsidiem uma simulação mais realista da invasão.

REFERÊNCIAS

BENTON, T.G.; GRANT, A. Elasticity analysis as an important tool in evolutionary and population ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 14, p: 467-471, 1999.

BLACKBURN, T.M. *et al.* A proposed unified framework for biological invasions. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 26, p: 333-339, 2011.

BRAGA, E.P.; ZENNI, R.D.; HAY, J.D. A new invasive species in South America: *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. **Bioinvasion Records**, v. 3, p: 207-211, 2014.

BUCKLEY, Y.M. *et al.* Slowing down a pine invasion despite uncertainty in demography and dispersal. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, p: 1020-1030, 2005.

CASWELL, H. **Matrix Population Models: Construction, Analysis, and Interpretation**. Sinauer, Massachusetts. 2001. 722p.

CAZETTA, A.L.; ZENNI, R.D. Pine invasion decreases density and changes native tree communities in woodland Cerrado. **Plant ecology & Diversity**, v.13, n. 1, p: 85-91, 2019.

COLAUTTI, R.I.; GRIGOROVICH, I.A.; MACISAAC, H.J. Propagule pressure: a null model for biological invasions. **Biological Invasions**, v. 8, p: 1023-1037, 2006.

CRAINE, S.I.; ORIAN, C.M. Pitch pine (*Pinus rigida* Mill.) invasion of Cape Cod pond shores alters abiotic environment and inhibits indigenous herbaceous species. **Biological Conservation**, v. 116, p: 181-189, 2004.

DVORAK, W.S. *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. **Tropical Tree Seed Manual**. p: 628-631. 2003.

GIBSON, D. **Methods in comparative plant population ecology**. Oxford University Press. 2nd ed. 2014. 320 p.

- HIGGINS, S.I.; RICHARDSON, D.M. Pine invasions in the southern hemisphere: modelling interactions between organism, environment and disturbance. **Plant Ecology**, v.135, p: 79–93, 1998.
- LAMBERS, H.; POORTER, H. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. **Advances in Ecological Research**, v. 34, p: 283–362, 2004.
- LOPEZ-MATA, L. The impact of seed extraction on the population dynamics of *Pinus maximartinezii*. **Acta Oecologica**, v. 49, p: 39-44, 2013.
- PEREIRA, S. *et al.* Optimal management in *Pinus pinea* L. stands combining silvicultural schedules for timber and cone production. **Silva Fennica**, v. 49, n. 3. 2015.
- PENETON, S.; PIVELLO, V.R. Plantas invasoras: representatividade da pesquisa dos países tropicais no contexto mundial. **Natureza & Conservação**, v. 6, p: 65-77, 2008.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. 2021.
- RICHARDSON, D.M.; WILGEN, B.W.; NUÑEZ, M.A. Alien conifer invasions in South America: short fuse burning? **Biological Invasions**, v.10, p: 573–577, 2008.
- RICHARDSON, D.M.; REJMANÉK, M. Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework. **Diversity and Distributions**, v.10, p: 321-331, 2004.
- ROSOT, M.A.D. *et al.* Implantação de reflorestamentos no estado do Paraná. **Revista da Madeira**, v. 83, 2004.
- SILVERTOWN, J.; FRANCO, M.; MENGES, E. Interpretation of elasticity matrices as an aid to the management of plant populations for conservation. **Conservation Biology**, v. 10, p: 591-597, 1996.
- SIMBERLOFF, D. *et al.* Spread and impact of introduced conifers in South America: lessons from other southern hemisphere regions. **Austral Ecology**, v.35, p: 489–504, 2010.
- STUBBEN, C.; MILLIGAN, B. Estimating and analysing demographic models using the *popbio* package in R. **Journal of Statistical Software**, v. 22, p: 1-23, 2007.
- ZENNI, R.D.; ZILLER, S.R. An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, p: 431-446, 2011.
- ZILLER, S.R.; DECHOUM, M.S. Plantas e Vertebrados Exóticos Invasores em Unidades de Conservação no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 3, p: 4-31, 2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ambiente Marinho 10, 3, 19, 24

Aprendizagem Significativa 12, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 195, 197, 198, 209

Arborização 12, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170

B

Biodegradáveis 171, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184

Biodiversidade 9, 10, 19, 20, 21, 24, 28, 43, 46, 48, 56, 85, 106, 112, 117, 120, 122, 123, 133, 134, 137, 138, 158, 165, 169, 176, 208, 210

Biologia Reprodutiva 74

Biomassa 17, 86, 181

Biomonitoramento 10, 45, 47, 52

C

Canudos 12, 171, 175, 176, 177, 183

D

Degradação ambiental 159

Diversidade 9, 5, 43, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 116, 123, 132, 134, 145, 146, 161, 167, 169, 170, 200, 202, 205, 206

E

Ecologia de moluscos 11, 105, 120, 132

Ecossistemas Aquáticos 46, 47, 56

Educação Ambiental 13, 116, 161, 167, 169, 200, 201, 208, 210

Embarcações de madeira 19, 21, 27, 28

Ensino por investigação 196, 201, 207

Espécies Exóticas 12, 121, 159, 161, 163, 167, 168

Estação reprodutiva 11, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79

Estresse de salinidade 31

Estuário 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 43

F

Fases reprodutivas 55, 57, 59, 62, 65, 66, 67, 68

Fauna silvestre 102, 105, 106, 116, 119

Fração arenosa 10, 1, 3, 5, 6, 7, 9, 14, 16

Fungos Filamentosos 11, 84, 85, 86

G

Gametogênese 10, 55, 57, 70

Germinação de propágulos 31, 43

I

Impactos ambientais 5, 16, 47, 160, 161, 168, 175

Insetos 55, 57, 111, 166, 202, 203, 205, 206

Interações Ecológicas 159, 161, 166, 168

Inventários 120, 121, 123, 132

M

Mangue Branco 30, 31

Mapas Conceituais 185, 194, 196, 199

Mata Atlântica 107, 111, 120, 121, 123, 126, 132, 134

Medicina Popular 135, 138

Meio Ambiente 9, 23, 160, 161, 162, 165, 170, 171, 173, 177, 181, 202, 203, 205, 207, 208

Microrganismos 84, 85, 91

Mitospóricos 84, 85, 86, 89, 90, 91

Modelos Didáticos 13, 200, 202, 204, 206

Mortalidade de estradas 105

P

Peixes de água doce 47, 55

Peixes invasores 55

Plano de arborização 159

Plantas 31, 106, 123, 136, 137, 141, 143, 145, 146, 148, 149, 150, 155, 158, 161, 166, 167, 177

Plástico 19, 28, 98, 129, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 181

Propriedades 136, 142, 143, 144, 145, 161, 164, 178, 179, 180, 181, 182

R

RAPELD 11, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 132, 133, 134

Reprodução de peixes 55, 71

Restauração ecológica 31, 44

S

Saúde Ambiental 10, 19

Sazonalidade 1, 67, 72, 78, 109

Sedimentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 54

Sequência Didática 185, 192, 195, 200, 202, 205, 207

Solo 5, 53, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 99, 120, 122, 126, 128, 130, 131, 142, 152, 162, 179, 207

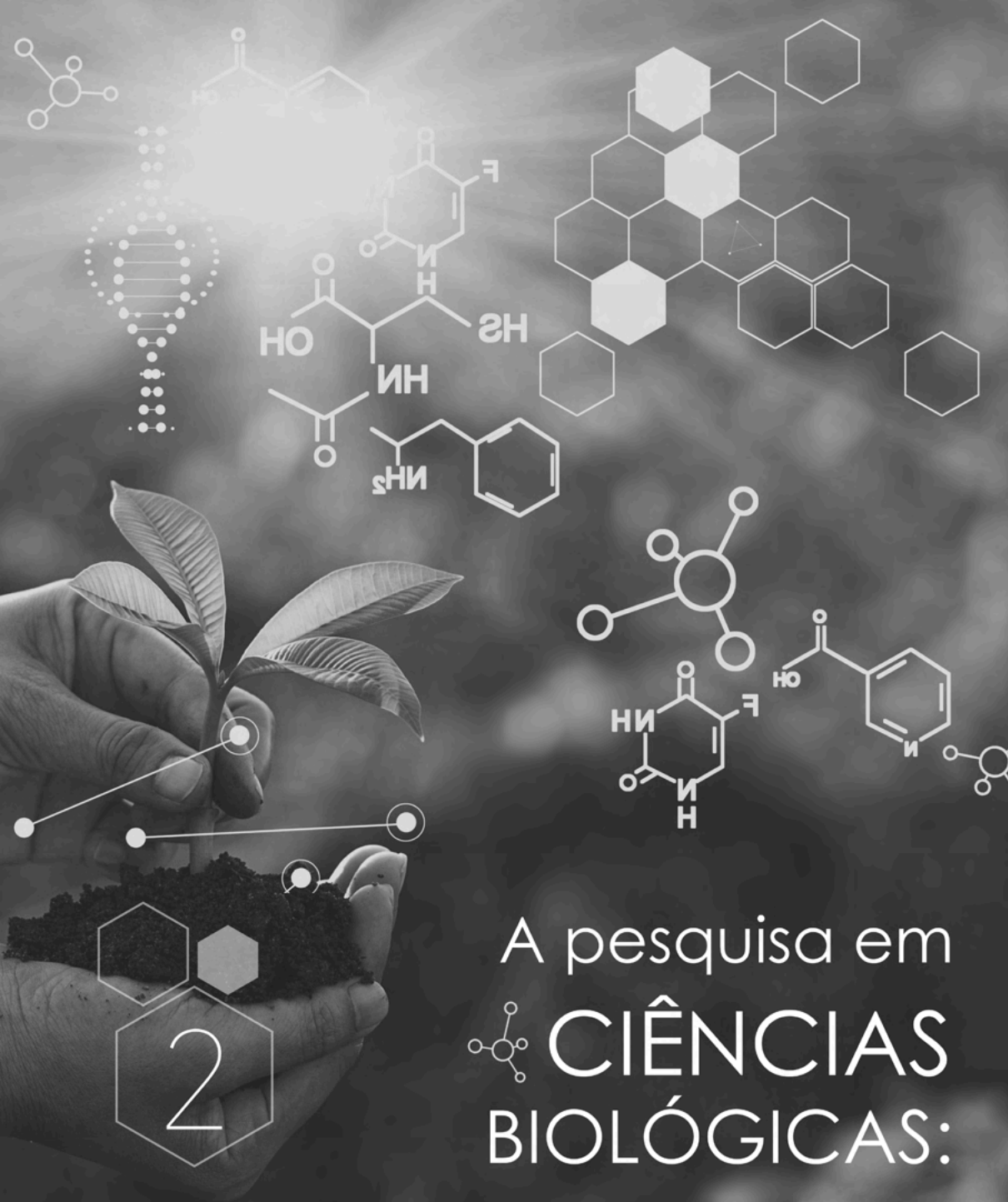
Sustentabilidade 9, 20, 28, 43, 169, 181, 210

T

Teleósteos 64, 67, 71, 73, 78


Z

Zigomicetes 84, 85, 90, 91




A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

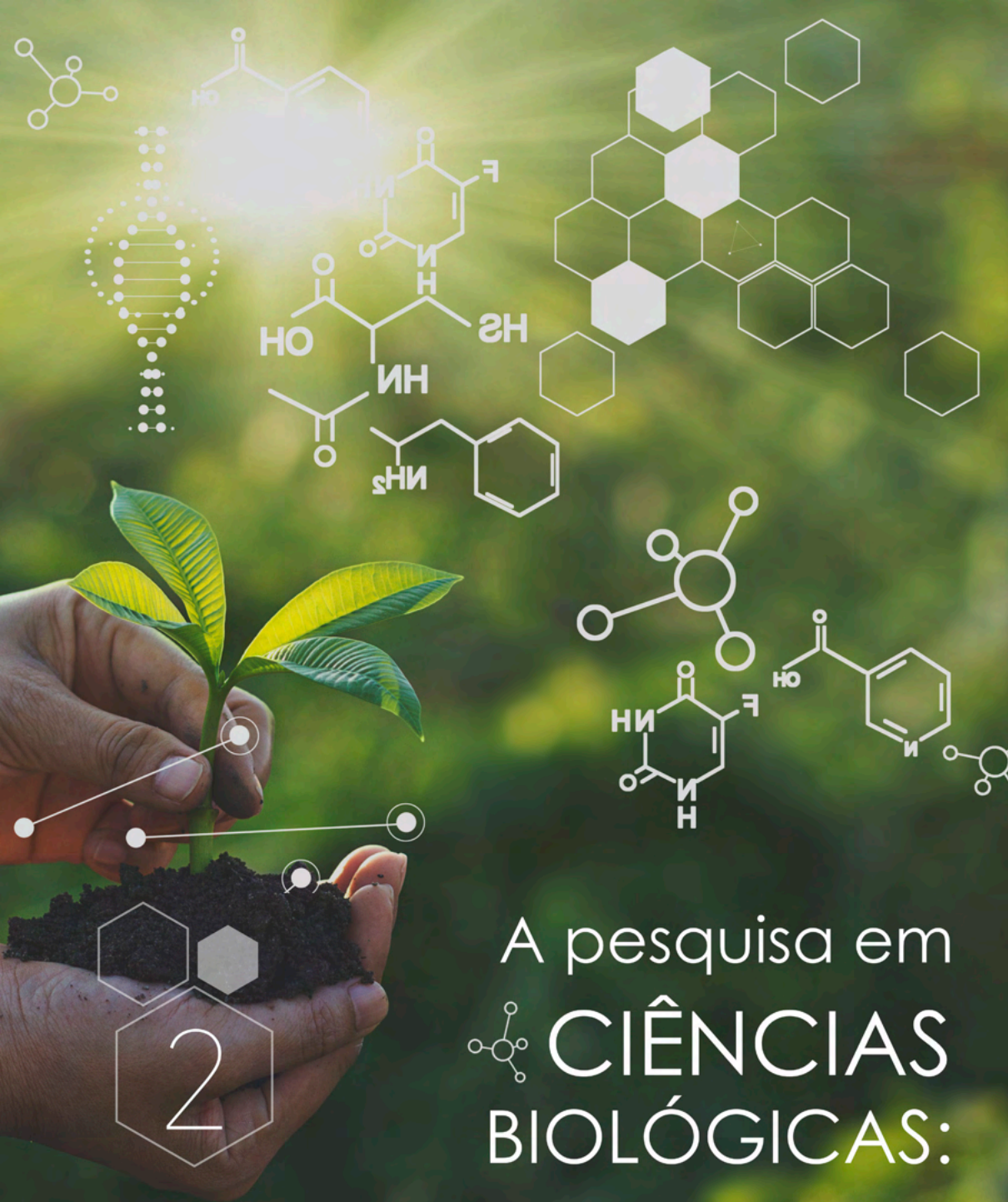
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021

2




A pesquisa em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:

Desafios atuais e perspectivas futuras

www.arenaeditora.com.br 

contato@arenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/arenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2021

2