

A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade

Atena
Editora
Ano 2021

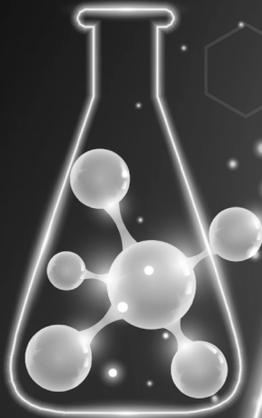
Clécio Danilo Dias da Silva
Daniele Bezerra dos Santos
(Organizadores)



A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade

Atena
Editora
Ano 2021

**Clécio Danilo Dias da Silva
Daniele Bezerra dos Santos
(Organizadores)**



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

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

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

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

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

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

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

A estruturação e reconhecimento das ciências biológicas na contemporaneidade

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Clécio Danilo Dias da Silva
Daniele Bezerra dos Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E82 A estruturação e reconhecimento das ciências biológicas na contemporaneidade / Organizadores Clécio Danilo Dias da Silva, Daniele Bezerra dos Santos. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-958-5

DOI 10.22533/at.ed.585210604

1 Ciências Biológicas. I. Silva, Clécio Danilo Dias da (Organizador). II. Santos, Daniele Bezerra dos (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.

APRESENTAÇÃO

A coleção **“A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade”** da Atena Editora é uma obra composta de dois volumes e refere-se a uma série de investigações e contribuições nas áreas das Ciências Biológicas e que se fundamentam na discussão científica e em trabalhos categorizados e interdisciplinares desenvolvidos por autores de vários segmentos, potencializando discussões e abordagens contemporâneas em temas variados das 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, onde os capítulos podem ser lidos na ordem que você desejar e de acordo com sua necessidade.

O **Volume I – “Meio Ambiente e Biodiversidade”**, através dos seus 16 capítulos aborda a heterogeneidade e aplicação de conceitos nas áreas de meio ambiente, ecologia, sustentabilidade, botânica, micologia e zoologia, como levantamentos/inventários e discussões sobre a importância da biodiversidade e do conhecimento popular sobre as espécies. As temáticas exploradas neste volume são de grande relevância, pois apesar da preocupação com a biodiversidade e com o estado do meio ambiente não ser recente, sabe-se que foi nas últimas décadas do século XX que essa temática entrou definitivamente no discurso dos cidadãos, na sociedade civil, na agenda dos governos, na imprensa e ganhou as ruas. No entanto, se observa que essa preocupação ainda não se transformou efetivamente em práticas educativas, administrativas e operacionais efetivas, o que coloca em risco todos os seres vivos e recursos naturais. Desta forma, o volume I procura auxiliar a realização de trabalhos nestas áreas e no entendimento e desenvolvimento de práticas que podem ser adotadas no âmbito da educação, em espaços formais e não formais de ensino, para o meio ambiente e manutenção da biodiversidade de forma de compreender, refletir, responder e/ou minimizar os graves problemas ambientais.

O **Volume II – “Saúde e Biotecnologia”**, reúne 18 capítulos que apresenta de forma categorizada discussões e estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país, que apresentam resultados bem fundamentados de trabalhos de experimentos laboratoriais, de campo e de revisão de literatura realizados por diversos professores, pesquisadores, graduandos, e pós-graduandos, cujas pesquisas serão apresentadas de maneira objetiva e didática. A produção científica no campo da Saúde e da Biotecnologia é ampla, complexa e interdisciplinar. Portanto, os capítulos que compõem este volume refletem essa diversidade de olhares.

Assim, o resultado dessa experiência, que se traduz nos dois volumes organizados, objetiva apresentar ao leitor a complexidade e a diversidade de questões e dimensões inerentes as áreas de Meio Ambiente, Biodiversidade, Saúde e Biotecnologia, como pilares

estruturantes das Ciências Biológicas na contemporaneidade. Por fim, esperamos que a leitura aqui proposta possa disseminar e apoiar a construção novos estudos, saberes e práticas pautadas no reconhecimento da importância dos seres vivos e dos recursos naturais, com uma visão multidimensional para a saúde planetária e para o enriquecimento de novas atitudes e práticas multiprofissionais nas Ciências Biológicas.

Boa leitura!

Clécio Danilo Dias da Silva
Daniele Bezerra dos Santos

SUMÁRIO

MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE

CAPÍTULO 1..... 1

LEVANTAMENTO DE MACROFUNGOS NO PARQUE NACIONAL DOS CAMPOS GERAIS, PARANÁ, BRASIL

Natalie Alana Pedroso

Lucila Kawana Nunes Ferreira

Lia Maris Orth Ritter Antikeira

DOI 10.22533/at.ed.5852106041

CAPÍTULO 2..... 9

PLANTAS BRASILEIRAS COM POTENCIAL LARVICIDA

Julia Samara Pereira de Souza

Natália Gabriela Silva Santos

Heryka Myrna Maia Ramalho

DOI 10.22533/at.ed.5852106042

CAPÍTULO 3..... 17

USO DA MICROPROPAGAÇÃO PARA PROSPECÇÃO DE ESPÉCIES ENDÊMICAS DO CERRADO

Nathaskia Silva Pereira Nunes

Mônica Ansilago

Emerson Machado de Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.5852106043

CAPÍTULO 4..... 39

FORMIGAS E PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

Junir Antonio Lutinski

Cladis Juliana Lutinski

DOI 10.22533/at.ed.5852106044

CAPÍTULO 5..... 54

DIVERSIDADE DE MORCEGOS EM FRAGMENTOS DE MATA NA UFLA USANDO REDES DE DOSSEL

Samuel Vitor Assis Machado de Lima

Fernanda Luiza de Oliveira Rodrigues

Ediana Vasconcelos da Silva

Kaynara Trevisan

Roqueline Ametila e Glória Martins de Freitas Aversi-Ferreira

Tales Alexandre Aversi-Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.5852106045

CAPÍTULO 6..... 66

MAMÍFEROS NÃO VOADORES OCORRENTES EM UM REMANESCENTE DE FLORESTA ATLÂNTICA, NO MUNICÍPIO DE MORRO REUTER, RS, BR: DADOS PRELIMINARES

Alexandre Sita

Marcelo Pereira de Barros

DOI 10.22533/at.ed.5852106046

CAPÍTULO 7..... 81

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO BANJO, *Aspredo aspredo* LINAEUS, 1758 (ASPREDINIDAE) DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, REGIÃO CABO ORANGE, AMAPÁ, BRASIL

Maiara de Souza Borges

Érica Antunez Jimenez

Neuciane Dias Barbosa

Marilu Teixeira Amaral

DOI 10.22533/at.ed.5852106047

CAPÍTULO 8..... 93

PRÁTICAS ANATÔMICAS E MORFOFISIOLÓGICAS DE PEIXES NO ESTUDO DE ZOOLOGIA DOS CORDADOS NO ENSINO SUPERIOR

Antonio Carlos Nogueira Sobrinho

Lucas Amorim Goes

Ana Cássia Barros Batista

Maria Goretti Araújo de Lima

DOI 10.22533/at.ed.5852106048

CAPÍTULO 9..... 103

CADEIA ALIMENTAR: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Léia Mendes Guedes

Cristina Caetano da Silva

Elizandra de Oliveira Carvalho Mendonsa

Vanessa Daiana Pedrancini

Valéria Flávia Batista da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5852106049

CAPÍTULO 10..... 113

CICLO DO OXIGÊNIO EM NOSSO DIA A DIA – UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Gesiely Rosany Costa Resende

Rhafaél Brandão da Silva

DOI 10.22533/at.ed.58521060410

CAPÍTULO 11..... 119

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – UMA ABORDAGEM EM BIOLOGIA

Sheila de Fátima Nogueira

DOI 10.22533/at.ed.58521060411

CAPÍTULO 12..... 125

UTILIZAÇÃO DE FEIRA DE CONSCIENTIZAÇÃO ECOLÓGICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO, NO MUNICÍPIO DE PICOS-PI

João Victor de Oliveira Sousa

Luciano Silva Figueiredo

Genikelly de Alencar Sousa

Fábio José Vieira

DOI 10.22533/at.ed.58521060412

CAPÍTULO 13.....	134
A INTEGRAÇÃO ENTRE ESCOLAS DO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA MINIMIZAR AS DIFERENÇAS DE RECURSOS DIDÁTICOS E INSTIGAR AOS ESTUDANTES DA EJA A CONTINUAREM OS ESTUDOS	
Rosanne Lopes de Brito Igor Cassimiro dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.58521060413	
CAPÍTULO 14.....	144
“PESCADORES DO LITORAL PARANAENSE”: COLÔNIA DE PESCADORES DE MATINHOS, SABERES E CONQUISTAS	
Luzia Maria Cristina de Souza Christiano Nogueira Eduarda Cristina Poletto Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.58521060414	
CAPÍTULO 15.....	154
CONHECIMENTO LOCAL SOBRE O USO DE PLANTAS POR IDOSOS DE UMA COMUNIDADE DO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO	
Bruna Beatriz de Sousa Pereira Isaac Moura Araujo Giovana Mendes de Lacerda Leite Maysa de Oliveira Barbosa Maria Janice Pereira Lopes Gyllyandeson de Araújo Delmondes Enaide Soares Santos Andressa de Alencar Silva Roseli Barbosa Diógenes de Queiroz Dias Marta Regina Kerntopf	
DOI 10.22533/at.ed.58521060415	
CAPÍTULO 16.....	167
ESTUDO ETNOFARMACOLÓGICO DE PLANTAS MEDICINAIS UTILIZADAS PELA POPULAÇÃO: UM CASO DO “DISTRITO DE TRAVESSÃO DE MINAS” (MINAS GERAIS - BRASIL)	
Isabela Vieira da Costa Peterson Elizandro Gandolfi Enyara Rezende Moraes	
DOI 10.22533/at.ed.58521060416	
SOBRE OS ORGANIZADORES	180
ÍNDICE REMISSIVO.....	181

USO DA MICROPROPAGAÇÃO PARA PROSPECÇÃO DE ESPÉCIES ENDÊMICAS DO CERRADO

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 22/01/2021

Nathaskia Silva Pereira Nunes

Universidade Federal da Grande Dourados-
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia
Dourados-MS
<http://lattes.cnpq.br/2406137946626729>

Mônica Ansilago

Universidade Federal da Grande Dourados-
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia
Dourados-MS
<http://lattes.cnpq.br/4714903275774963>

Emerson Machado de Carvalho

Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB
Campus “Jorge Amado” - Itabuna/Ilhéus
Centro de Formação em Tecnociência e
Inovação – CFTcl
<http://lattes.cnpq.br/7341724276580365>

RESUMO: O Cerrado brasileiro apesar de seu grande tamanho e importância para a conservação da biodiversidade, está ameaçado pelo desmatamento e pressão dos avanços de fronteiras agrícolas. Uma das ferramentas para a propagação de espécies ameaçadas é a micropropagação que, através da cultura de tecidos *in vitro*, possibilita a criação de bancos de germoplasma e alavanca os programas de conservação e melhoramento de espécies florestais. Assim este capítulo mostra como a micropropagação tem sido aplicada em diversos estudos de propagação *in vitro* de espécies

nativas do Cerrado, empregando diferentes órgãos e tecidos para a regeneração das plantas de interesse.

PALAVRAS - CHAVE: biodiversidade; conservação; propagação *in vitro*.

USE OF MICROPROPAGATION FOR PROSPECTING ENDEMIC SPECIES IN THE CERRADO

ABSTRACT: The Brazilian Cerrado, despite its large size and importance for the conservation of biodiversity, is threatened by deforestation and pressure from advances in agricultural frontiers. One of the tools for the propagation of endangered species is micropropagation, which, through tissue culture *in vitro*, allows the creation of germplasm banks and leverages the conservation and improvement programs of forest species. So, this chapter shows how micropropagation has been applied in several studies of *in vitro* propagation of native species of the Cerrado, using different organs and tissues for the regeneration of the plants of interest.

KEYWORDS: biodiversity; conservation; *in vitro* propagation.

CERRADO

O Cerrado brasileiro é considerado a savana mais rica em biodiversidade florística do planeta (>7.000 espécies), composto por um mosaico de fitofisionomias que variam de áreas florestais a campestres (DURIGAN & RATTER, 2016). Ocupando 25% do território nacional, o

Cerrado é também um dos dois “hotspots” ocorrentes no Brasil com alto nível de endemismo - cerca de 4.400 espécies de plantas, muitas dessas ameaçadas de extinção (MEDEIROS, 2011; MITTERMEIER et al., 2011). Estima-se que 20% das espécies ameaçadas ou endêmicas não ocorram nas áreas legalmente protegidas (KLINK & MACHADO, 2005).

Apesar de seu grande tamanho e importância para a conservação da biodiversidade, o Cerrado brasileiro está ameaçado pelo desmatamento e pressão dos avanços de fronteiras agrícolas. Com uma área territorial total de 2.040.167 km², dados oficiais estimam que apenas 8,3% deste bioma está protegido por Unidades de Conservação que correspondem a 170.095 km² e ressaltam que, apenas em 2018, o Cerrado perdeu 6.657 km² por desmatamento (INPE-PRODES CERRADO, 2018).

Segundo o Livro Vermelho da flora do Brasil (MARTINELLI & MORAES, 2013), das 1.987 espécies avaliadas no Cerrado, 645 encontram-se ameaçadas, valor que percentualmente representa 32% do total e coloca em xeque as atuais medidas governamentais para proteção e conservação dos recursos genéticos. Das quais, a representatividade das espécies avaliadas e a dimensão do risco de extinção das plantas raras do Cerrado foram reavaliadas por Martinelli et al., (2014) e 10% das espécies foram categorizadas como “Criticamente em perigo” 40% como “Em perigo” e 13% como “Vulnerável” e nas categorias de espécies não ameaçadas, 5% foram avaliadas como “Menos preocupante” e 6% “Quase ameaçada”, além disso, 26% foram consideradas espécies com dados insuficientes para as avaliações de risco.

A verdade é que ainda se conhece muito pouco sobre a flora deste bioma, Souza et al. (2018) destacam que apesar de não ser conhecido o número exato de espécies, sabe-se que muitas delas possuem uma distribuição extremamente restrita. Apesar de as espécies do Cerrado se caracterizarem, em sua maioria, como de ampla distribuição geográfica, a constatação de endemismos é preocupante quando consideramos que muitas espécies foram sequer identificadas.

Uma das ferramentas mais bem sucedidas para a propagação de espécies ameaçadas é a micropropagação que, através da cultura de tecidos *in vitro*, possibilitou a criação de bancos de germoplasma e alavancou os programas de conservação e melhoramento de espécies florestais.

MICROPROPAGAÇÃO

O cultivo *in vitro* por meio da micropropagação é uma alternativa para a propagação massal e eficiente de diversas espécies (SOUZA et al., 2007). Desde 1975, ela tem sido empregada no Brasil principalmente para aumentar e padronizar a produção de mudas, contribuindo também para conservação *ex-situ* e redução do risco de extinção de diversas espécies (STANCATO et al., 2001), servindo como base de estudo dos aspectos fisiológicos e genéticos relacionados metabolismo, reprodução, expressão e desenvolvimento das

plantas (FERREIRA & SUZUKI, 2008).

O termo micropropagação é utilizado, pois se utiliza porções de tecidos muito pequenos (explantes) para a formação de indivíduos geneticamente idênticos a partir de células fragmentadas de tecidos de uma determinada matriz, assim, essa técnica também é conhecida como clonagem *in vitro*, e só é possível graças a totipotência das células vegetais (FARIA et al., 2012).

Para se obter, por exemplo, uma muda de orquídea a partir da divisão convencional de propágulos da planta matriz, são necessários em média dois anos. Enquanto que, através da micropropagação, neste mesmo período, podem ser produzidos milhares de explantes, com um cultivo rápido e em larga escala de plantas livres de doenças e, inclusive, de mudas de espécies difíceis de serem propagadas no sistema convencional (FARIA et al., 2012; DAMIANI & SCHUCH, 2008).

A micropropagação é uma técnica que reduz a variabilidade genética, uma vez que uma matriz é selecionada e utilizada para a produção de milhares de clones. No entanto, sua viabilidade para a manutenção de germoplasma e produção de espécies de difícil propagação natural, ameaçadas de extinção em seu habitat natural e em fragmentos florestais, é inquestionável. Uma alternativa para reintrodução dessas espécies micropropagadas, prezando por maior variabilidade, seria aumentar o número de matrizes utilizadas na obtenção dos clones. Essa técnica desempenha também papel importante na seleção de linhagens e melhoramento de espécies de cultivo não convencional, mas de relativo potencial comercial, como por exemplo plantas de interesse medicinal comumente retiradas de maneira extrativista de seus locais de ocorrência, sofrendo grande pressão antrópica e consequentes gargalos genéticos.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA MICROPROPAGAÇÃO

Abaixo estão descritas as vantagens e desvantagens da técnica de micropropagação *in vitro* sobre os métodos tradicionais, segundo Souza et al., (2006a), Souza et al., (2006b) e George et al., (2008):

Vantagens

- As culturas são iniciadas a partir de fragmentos muito pequenos de plantas (explantes), depois pequenos brotos ou embriões são regenerados e cultivados em ambiente controlado;
- Não requer grandes espaços e/ou superfícies para a manutenção das plantas ou mesmo para o aumento de indivíduos cultivados;
- A propagação é idealmente realizada em condições assépticas, evitando contaminações;

- Um ajuste mais flexível dos fatores que influenciam propagação vegetativa é possível, como nutrientes e doses de reguladores de crescimento, luz e temperatura;
- Permite que as espécies selecionadas sejam disponibilizadas rápida e amplamente, com muitas plantas produzidas em pouco tempo e de forma padronizada;
- Possibilita a produção de clones de espécies que, empregando-se outras técnicas, apresentam desenvolvimento lento ou recalcitrância para a propagação vegetativa;
- A produção mantém-se contínua e independente da sazonalidade ao longo do ano;
- O material regenerado por micropropagação pode ser armazenado por longos períodos e sujeito a várias repicagens;
- O material vegetal micropropagado precisa de pouca atenção entre subculturas e não há trabalho ou demandas convencionais como rega, capina, pulverização;
- Em casos especiais, a rapidez na formação de mudas padronizadas para comercialização faz com que a micropropagação seja mais vantajosa economicamente em comparação aos métodos tradicionais de multiplicação.

Desvantagens

- Necessidade de infraestrutura adequada e dependente de um investimento relativamente alto e mão de obra especializada para operacionalização do sistema;
- Possibilidade do surgimento de taxas indesejáveis de variantes somaclonais, ou seja, plantas que não correspondem geneticamente à planta matriz;
- O custo inicial dos propágulos é relativamente alto;
- As plantas *in vitro* não são capazes de suprir sua própria exigência de matéria orgânica pela fotossíntese (ou seja, não são autotróficos), sendo necessária a suplementação do meio de cultivo, e têm que passar por um período de transição antes de serem capazes de crescer independentemente;
- Como são cultivadas dentro de recipientes, de vidro ou plástico, fechados, com umidade relativa alta e não são fotossinteticamente autossuficientes, as plântulas jovens são mais suscetíveis à perda de água no ambiente externo. Precisando, portanto, passar por uma fase de adaptação a um ambiente onde lentamente diminui-se a umidade e aumenta-se a luminosidade. Esse período, denominado aclimatização, é também conhecido pelas maiores perdas de plântulas e necessita de protocolos padronizados e específicos para cada cultura.

De um modo geral, grande parte das desvantagens aqui apresentadas podem ser facilmente contornadas com treinamento de pessoal e padronização de protocolos, sendo o investimento em instalações o principal impedimento à sua prática em maiores proporções. No entanto, em se tratando da prospecção e conservação de espécies endêmicas do Cerrado, a prática é reconhecida como parte daquelas de maior viabilidade sobretudo para espécies de difícil reprodução sexuada.

Obviamente que para a execução dessa técnica é necessário atender etapas importantes para o estabelecimento de protocolos bem sucedido. Algumas delas serão abordadas a seguir.

Seleção da planta Matriz e tipo de explante

No cultivo *in vitro* de plantas, alguns procedimentos precisam ser adotados para o sucesso da técnica, por exemplo, a escolha e seleção da planta matriz e o tipo de explante que será utilizado. A maioria das plantas apresentam dois estádios de desenvolvimento, sendo estas a fase juvenil e a fase adulta. A fase juvenil compreende o estado vegetativo da planta, onde a formação de órgãos juvenis fica disposta na base do caule. Já na fase adulta, as plantas estão fisiologicamente maduras e o meristema apical forma estruturas no ápice do caule, florescendo normalmente (READ & PREECE, 2014).

Geralmente há preferência na utilização de plantas adultas para realização da técnica de micropropagação, visto que estas já possuem expressas as características desejadas. Porém, a utilização de espécies adultas pode ser dificultada pela alta incidência de contaminação microbiológica, além da apresentação de recalcitrância vegetativa por algumas espécies, sendo necessária a adoção de técnicas pré-tratamento, como a poda drástica, enxertia, microenxertia e subcultivos (JUNGHANS & SANTOS - SEREJO, 2006).

Os explantes são segmentos de tecidos ou órgão vegetal, destinados para o estabelecimento *in vitro*, e podem ser provenientes de folhas, gemas axilares ou apicais, cotilédones, embriões, óvulos, entre outros (CID, 2010) (Figura 1). A idade e disponibilidade da planta a ser utilizada e o nível de contaminação em que se encontra o material são condições que influenciam na obtenção de plantas viáveis. Segundo Read e Preece (2014) a planta matriz (doadora do explante) precisa conter o mínimo de contaminação microbiológica possível, visto que assim os explantes utilizados terão maior probabilidade de desenvolvimento morfofisiológico. Se a planta matriz se encontra em ambiente externo, deve-se preferir a utilização de explantes em período de brotação.

Uma técnica utilizada para identificar a viabilidade do explante, geralmente sementes, consiste em utilizar o cloreto de 2,3,5 trifeniltetrazólio (CCT), que quando em contato com o material testado, irá proporcionar uma coloração vermelha nos tecidos viáveis (CID, 2010). Outro fator que pode influenciar na realização da técnica é o requerimento nutricional e hormonal que cada explante irá necessitar, visto sua variabilidade de acordo com o nível morfológico.

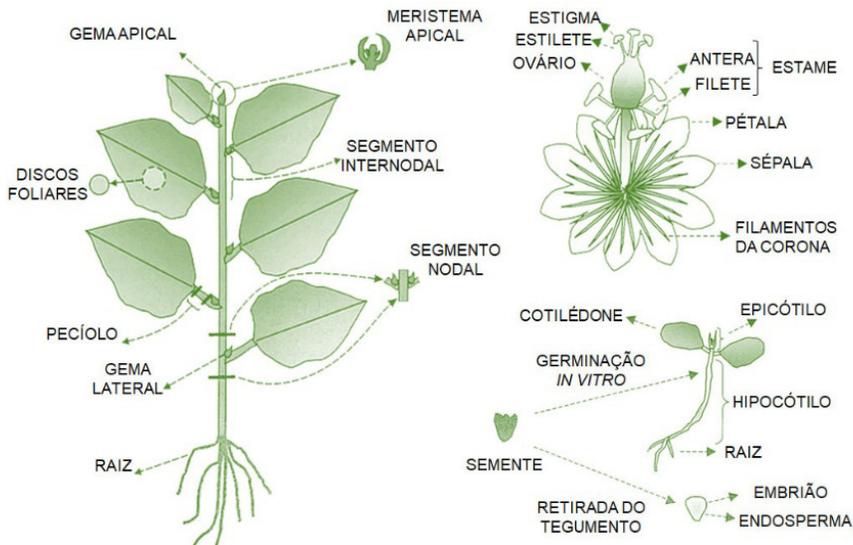


Figura 1. Diferentes tipos de explantes utilizados para a técnica de micropropagação.

No momento da coleta do explante faz-se necessário a utilização de instrumentos limpos e/ou esterilizados para obtenção do material com menor risco de contaminação. Antes do cultivo *in vitro* é realizada a assepsia da superfície do explante, submetendo o material a diferentes substâncias germicidas. Dentre estas substâncias, geralmente são utilizados: etanol 70%, hipoclorito de sódio ou hipoclorito de cálcio, Tween 20 (1 gota a cada 100 mL de água) ou até mesmo detergente comercial (CARVALHO et al., 2006).

Etapas da micropropagação

Envolvendo um grupo heterogêneo de técnicas que têm sido empregadas não apenas em estudos básicos das plantas, mas também abrangendo recentes e importantes métodos, a micropropagação tem possibilitado a propagação de plantas isentas de vírus e outros patógenos, sistêmicos ou não, e o desenvolvimento de novos genótipos em laboratório (SOUZA et al., 2006).

Dessa forma, para que o processo de micropropagação seja completo, são necessárias três etapas básicas (GRATTAPAGLIA & MACHADO, 1998), ou ainda pode-se incluir a etapa de seleção da planta matriz e a aclimação, totalizando cinco etapas. Porém aqui, detalharemos sobre as três etapas denominadas: estabelecimento, o início da cultura; multiplicação, a indução para o aumento de brotos ou embriões somáticos, e enraizamento, quando a plântula é preparada para a transferência ao solo e aclimação (Quadro 1).

	Estágio da Cultura		
Métodos de micropropagação	<p>I. Estabelecimento</p> <p>Crescimento de tecidos / órgãos excisados <i>in vitro</i> livre de algas, bactérias, fungos e outros contaminantes.</p>	<p>II. Multiplicação</p> <p>Induzir a produção brotos ou embriões somáticos nas culturas</p>	<p>III. Enraizamento</p> <p>Separar e preparar propágulos para ter uma alta taxa de sobrevivência como plantas individuais no ambiente externo.</p>
Cultura de brotos	<p>Transferência de brotos apicais ou brotos laterais desinfestados, para meios sólidos ou líquidos e o início do crescimento de brotos para cerca de 10mm.</p>	<p>Induzir múltiplas brotações (axilares) e crescimento dos brotos para um tamanho suficiente para separação, seja como novo Estágio II explantes ou para passagem a III.</p>	<p>Alongamento de brotos formados no Estágio II para uniformizar os brotos. Enraizamento dos brotos <i>in vitro</i> ou fora do recipiente de cultura.</p>
Brotos de meristemas florais	<p>Isolamento asséptico de pedaços de meristemas florais.</p>	<p>Induzir muitos meristemas a produzir brotos vegetativos.</p>	<p>Como a cultura de brotos.</p>
Múltiplas brotações de sementes	<p>Germinação asséptica de sementes em meio com alta concentração de citocinina.</p>	<p>Induzir a múltipla proliferação de brotos. Brotos na subcultura.</p>	<p>Como a cultura de brotos.</p>
Cultura de meristemas	<p>Transferência dos brotos muito pequenos (comprimento 0,2-0,5 mm) para cultura. Brotos mais longos (1-2mm) são usados como explantes se obtido de plantas tratadas termicamente</p>	<p>Crescimento dos brotos para cerca de 10 mm em seguida os brotos são transferidos para a Etapa III.</p>	<p>Como a cultura de brotos.</p>
Cultura de segmentos nodais	<p>Como para a cultura de brotos, mas os brotos crescem mais para mostrar internódios claros.</p>	<p>Propagação por indução da gema axilar em cada nó para crescer em um único broto. A subcultura pode ser repetida indefinidamente.</p>	<p>Como a cultura de brotos.</p>
Regeneração direta de brotos dos explantes	<p>Estabelecimento de explantes com tecido vegetal de uma matriz adequada (por exemplo, folha ou segmentos de haste) em cultura sem contaminação.</p>	<p>A indução de brotos diretamente do explante sem prévia formação de calo. Brotos assim formados geralmente podem ser divididos e usados como explantes para novas subculturas do Estágio II ou cultura de brotos.</p>	<p>Como a cultura de brotos.</p>
Embriogênese direta	<p>Estabelecimento adequado de explantes de tecido embriogênico ou somático previamente formado de embriões.</p>	<p>A indução direta de embriões somáticos nos explantes sem prévia formação de calo.</p>	<p>Crescimento dos embriões em plântulas que podem ser transferidas para o ambiente externo.</p>

Embriogênese indireta de calos embriogênicos ou culturas em suspensão	Iniciação e isolamento de calos com a capacidade de formar embriões somáticos, ou obtenção de culturas de calos embriogênicos em suspensão ou por nova indução.	Subcultura do calos embriogênicos ou cultura em suspensão seguidos de transferência para um meio favorável ao desenvolvimento do embrião	Crescimento dos embriões somáticos em "plântulas".
Formação de órgãos de armazenamento	Isolamento e cultura de tecido / órgãos capazes de formar órgãos de armazenamento.	Indução a formação de órgãos de armazenamento e às vezes dividindo-os para iniciar uma nova cultura estágio II.	Crescimento de brotos / plântulas obtidos de órgãos de armazenamento para transferência para o solo: OU crescimento dos órgãos de armazenamento a um tamanho adequado para o plantio no solo.

Quadro 1. Etapas da micropropagação.

Fonte: George et al., 2008.

Meios de cultura comerciais

O cultivo *in vitro* pode ser realizado a partir de formulações que atendam as necessidades nutricionais para o desenvolvimento das plantas. Os meios mais utilizados para o cultivo *in vitro* são o Knudson (1946), o Vacin e Went (1949), o MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) e o WPM – Wood Plant Medium (LLOYD & Mc COWN, 1981), sendo que cada meio específico é identificado pela composição e concentração de sais minerais, vitaminas, reguladores de crescimento e outros suplementos orgânicos (VENTURA et al., 2002), como pode ser visualizado na tabela 1.

COMPOSIÇÃO	MS	VACIN E WENT	KNUDSON	WPM
Macronutrientes	(g/1000 mL)*	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)
NH ₄ NO ₃	33	-	525	-
KNO ₃	38	-	-	-
CaCl ₂ .2H ₂ O	8,8	-	-	96,0
MgSO ₄ .7H ₂ O	7,4	250	250	370,0
KH ₂ PO ₄	3,4	250	250	170,0
Ca ₃ (PO ₄) ₂	-	-	200	-
Fe ₂ (C ₄ H ₄ O ₆) ₃ .2H ₂ O	-	-	28	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	-	500	500	-
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	-	1000	-	556,0
K ₂ SO ₄	-	-	-	990,0
Na ₂ SO ₄	-	-	-	400,0
Micronutrientes	(g/100 mL)*	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)	(mg L ⁻¹)
ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,86	-	-	8,6

H3BO3	0,62	-	-	6,2
MnSO4.4H2O	2,23	7,5	7,5	22,3
CuSO4.5H2O	0,0025	-	-	0,25
KI	0,083	-	-	-
Na2MoO4.5H2O	0,025	-	-	0,25
CoCl2.6H2O	0,0025	-	-	-
FeEDTA	(g/500 mL)*	(mg L⁻¹)		(mg L⁻¹)
FeSO4.7H2O	1,86	25	-	27,8
Na2EDTA.2H2O	1,39	-	-	37,2
Vitaminas	(mg/100 mL)*			(mg L⁻¹)
Ácido nicotínico	50	-	-	-
Piridoxina – HCl	50	-	-	1,0
Tiamina – HCl	100	-	-	-
Glicina	200	-	-	-
Suplemento Orgânico	(g L⁻¹)	(g L⁻¹)	(g L⁻¹)	
Sacarose	30	20	20	-
Ágar	7	7	7	-
Mio-inositol	0,1	-	-	-
Carvão	1	-	-	-

Legenda: *Para o preparo de 1 litro do meio MS são utilizados alíquotas de 50 mL L⁻¹ de macronutrientes, 1 mL L⁻¹ de micronutrientes, 10 mL L⁻¹ de FeEDTA e 1 mL L⁻¹ de vitaminas.

Fonte: Adaptado de Faria et al. (2012).

Tabela 1. Formulação dos meios sintéticos MS, Vacin e Went, Knudson e WPM para micropropagação.

Os meios podem ser acrescidos de reguladores de crescimento no cultivo *in vitro* para suprir as deficiências dos teores endógenos do próprio explante, estimulando respostas de interesse para diferenciação, crescimento, alongamento e multiplicação celular (GRATTAPAGLIA & MACHADO, 1990). Também podem ser suplementados por compostos orgânicos, carvão ativado, fitoreguladores, vitaminas, entre outros que estimulem o desenvolvimento das orquídeas (FARIA et al., 2012).

Os meios de cultura são formulados de acordo com a exigência nutricional de cada planta, e são compostos de macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes são exigidos em uma quantidade superior aos micronutrientes, e fazem parte deste grupo o Fósforo, Magnésio, Nitrogênio, Cálcio, Potássio e Ferro. Já os micronutrientes podem ser compostos pelo Manganês, Zinco, Boro, Cobre Cloro, Molibdênio, Cobalto e Iodo (FARIA et al., 2012). Para o cultivo *in vitro* é necessária à incorporação de uma fonte de carbono, sendo a sacarose amplamente utilizada, em uma concentração de 20 a 30 g L⁻¹.

Em orquídeas, o cultivo *in vitro* é feito normalmente em meio ½ MS (MURASHIGE

& SKOOG, 1962), ou seja, com a metade da concentração de sais presente em sua formulação. Já a formulação do meio WPM foi desenvolvida especificamente para plantas lenhosas por Lloyd e McCown (1980), apresentando $\frac{1}{4}$ dos sais do meio MS. No entanto, estes meios, custam em média US\$ 55,00 a 70,00, o MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) e o WPM (LLOYD & Mc COWN, 1980), respectivamente, para produzir 10 L de meio de cultivo.

Os meios mais utilizados para o cultivo *in vitro* são o Knudson (1946), o Vacin e Went (1949) e o MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962), sendo que cada meio específico é identificado pela composição e concentração de sais minerais, vitaminas, reguladores de crescimento e outros suplementos orgânicos (VENTURA et al., 2002).

Meios de cultivo alternativos

Na micropropagação *in vitro* há uma necessidade no desenvolvimento de plantas que apresentem a mesma qualidade fisiológica das obtidas com o uso de formulações comerciais, porém utilizando meios que reduzam os custos de produção. Estes meios, conhecidos como meios alternativos possuem formulações simplificadas, utilizando insumos e resíduos que, apesar do baixo custo tem permitido o sucesso da propagação *in vitro* de diferentes espécies de plantas (FARIA et al., 2012).

Muitos trabalhos têm descrito meios de cultura alternativos simplificados e que, minimizam os custos da micropropagação *in vitro*, notadamente no cultivo de orquídeas. É o caso da utilização de polpa de banana e de fertilizante N:P:K (10:30:20) em *Laelia longipes* Rchb.f., *Laelia tenebrosa* Rolfe e *Miltonia spectabilis* Lindl., de forma que as plântulas cultivadas nesse meio apresentaram maior acúmulo de massa seca (STANCATO et al., 2008).

Su et al. (2012) também utilizaram meio contendo fertilizante N:P:K (08:09:09) e adição de polpa de banana em *Dendrobium nobile* Lindl., o que se mostrou bastante eficiente. O mesmo ocorreu para a espécie *Vanda tricolor* Lindl, cultivada em polpa de banana e fertilizante (FAVETTA et al., 2014). Para *Cattleya bicolor* Lindl, o meio mais adequado para o desenvolvimento desta espécie foi o meio contendo polpa de coco (SOUZA et al., 2013). Faria et al. (2012) utilizou como meio alternativo a adição de banana nanica processada sem casca, sacarose, Ágar, fertilizante químico N:P:K (8:9:9) e carvão ativado.

Bernardi et al. (2004) avaliaram o desenvolvimento *in vitro* de *Musa* spp. AAB com diferentes fontes de carbono em substituição a sacarose P.A., sendo estes o açúcar mascavo e o açúcar cristal. Segundo estes autores, o açúcar cristal não apresentou diferença significativa da sacarose P.A. nos diferentes parâmetros de crescimento avaliados. Costa et al. (2007) avaliaram o efeito do amido de mandioca como agente gelificante alternativo no cultivo *in vitro* de *Musa* sp., obtendo resultados similares quando comparados aos tratamentos contendo ágar.

Pereira et al. (2018) utilizaram o sobrenadante do cultivo da microalga *Chlorella*

sorokiniana como meio alternativo para a micropropagação de *Schomburgkia crispa* Lindley, obtendo crescimento de explantes similares ao tratamento contendo o meio comercial WPM. Assim, pode-se inferir que a microalga *C. sorokiniana* pode ser aplicada na forma de suplementação ou até mesmo substituta de meios sintéticos para o cultivo *in vitro*.

Reguladores de Crescimento

A compreensão das proporções dos reguladores de crescimento é essencial para o sucesso da micropropagação. As auxinas, citocininas e giberelinas são os reguladores de crescimento mais utilizados na cultura de tecidos, sendo o tipo e a concentração que geralmente determinam a resposta morfogênica. A proporção da interação auxina/citocinina no meio de cultura é determinante para a resposta organogênica. Geralmente, um aumento da relação auxina/citocinina induz à formação de raiz, enquanto uma redução da relação auxina/citocinina induz à formação de brotos (TAKAHASHI, 2002).

Uma das principais funções das **auxinas** nos vegetais é a regulação do crescimento por alongamento de caules jovens e coleótilos e formação de raízes (TAIZ et al., 2017). Entre as auxinas, o ácido indol-butírico (AIB) tem sido o mais utilizado pelo fato de não causar fitotoxicidade ao explante em uma ampla faixa de concentração (IACONA & MULEO, 2010). Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de analisar a influência de AIB sobre o enraizamento *in vitro* de orquídeas, como em *Dendrobium sabin* (RAFIQUE et al., 2012) e *Oncidium baueri* (CAMARGO et al., 2015); *ex vitro* em *Arundina bambusifolia*, *Dendrobium nobile*, e *Oncidium* sp. (MENGARDA et al., 2013), onde não foi relatado efeitos tóxicos decorrentes das concentrações de AIB utilizadas. Ainda foi observado que baixas concentrações de AIB promoveram maior desenvolvimento *in vitro* de raízes em *Dendrobium sabin* e *Oncidium baueri*, mas no cultivo *ex vitro*, a utilização de AIB promoveu enraizamento somente em *D. nobile* na concentração de 1200 mg L⁻¹.

As **citocininas** são reguladores de crescimento que exercem importante papel na micropropagação, pois influenciam diretamente a expansão foliar, a quebra da dominância apical e a formação de gemas adventícias (POZO et al., 2005). Entre as citocininas, a 6-benzilaminopurina (BAP) tem sido a mais indicada para promover a proliferação de partes aéreas e indução de gemas adventícias *in vitro* (GRATTAPAGLIA & MACHADO, 1998). Em orquídeas pode-se destacar os estudos realizados em *Dendrobium* (NAMBIAR et al., 2012), *Brassocattleya* (CARDOSO & ONO 2011) e *Phalaenopsis* (SUBRAMANIAN et al., 2009), onde os resultados indicaram que a aplicação de BAP aumentou a percentagem de inflorescência e contribuiu para o aumento no número de brotações, folhas e flores produzidas.

As **giberelinas** estão ligadas a germinação, crescimento, floração e frutificação de plantas. Estes hormônios estão ligados a diversos processos associados ao desenvolvimento, como a indução do crescimento de nós e de meristemas estimulando o alongamento caulinar, na transição da fase juvenil para fase madura, rompimento da

dormência de embriões e gemas, entre outros. (CARVALHO et al., 2006; GUERRA & RODRIGUES, 2017). As giberelinas são consideradas os hormônios com maiores efeitos no desenvolvimento de plantas quando comparadas a outros reguladores de crescimento.

O **etileno** está associado a floração, frutificação e abscisão. Este regulador é um hormônio gasoso que regula a germinação de sementes, auxiliando no crescimento e na expansão e diferenciação celular. O etileno promove o amadurecimento de frutos, e atua na senescência (processo natural de envelhecimento) e a abscisão foliar e floral (queda das folhas e flores), respondendo também a estresses bióticos e abióticos (TAIZ et al., 2017).

O **ácido abscísico** é um hormônio associado a abscisão foliar e floral e a dormência. Este hormônio regula o desenvolvimento de sementes, regula crescimento radicular e de partes aéreas, atua na dormência de gemas e no florescimento (TAIZ et al., 2017). O ácido abscísico também está envolvido em algumas respostas a patógenos e a estresses ambientais.

Os **brassinosteroides** (BRs), ou brassinas, são hormônios da mesma natureza dos fitoesteroides polioxigenados e possuem a capacidade de promoção do alongamento caulinar, regulam a fotomorfogênese, a germinação e promovem a formação de células do xilema - os traqueídes (CID, 2010). Como estes reguladores possuem uma influência significativa na dinâmica e na funcionalidade celular, são considerados essências para que as plantas possam se desenvolver e crescer de forma normal (CLOUSE, 2016).

O **triacontanol** também é um hormônio presente na cutícula vegetal de algumas plantas composto por um álcool triacontano - 30 carbonos (CID, 2010). Alguns estudos mostram que o triacontanol auxilia no estabelecimento *in vitro* de algumas cultivares, agindo sobre parâmetros fisiológicos que promovem o desenvolvimento e crescimento de plantas (VERMA et al., 2011).

O **ácido jasmônico** está associado com respostas de defesa da planta contra patógenos microbianos e contra insetos, além de inibir o crescimento e germinação de sementes, inibir crescimento radicular e caulinar, promovendo também processos de senescência e abscisão foliar (BARI & JONES, 2009). O ácido jasmônico está associado também nos processos de formação de tubérculos, amadurecimento de frutos e na produção de alguns pigmentos (COLLI, 2017).

Apesar de sua relevância para o estabelecimento e boa condução do cultivo *in vitro*, os reguladores de crescimento apresentam custos consideravelmente altos, alcançando valores de US\$ 55,00 o grama da citocinina 6-benzilaminopurina (BAP) e US\$ 32,00 o grama da auxina ácido indolbutírico (AIB) (SIGMA, 2019). Dessa forma, é necessária a busca por elicitores e meios de cultivo alternativos, capazes de reduzir os custos e favorecer o desenvolvimento de plantas com a mesma qualidade fisiológica das obtidas com o uso de formulações comerciais.

Estado da Arte

A Micropropagação tem sido aplicada em diversos estudos de propagação *in vitro* de espécies nativas do Cerrado, empregando diferentes órgãos e tecidos para a regeneração das plantas de interesse. Destacam-se abaixo alguns trabalhos que fazem referência às metodologias mais recentes e aos seus resultados obtidos.

Utilizando a cultura de brotos Pereira et al. (2018) realizaram a micropropagação de *Schomburgkia crispa*, uma Orchidaceae ameaçada de extinção no Cerrado. Utilizando a microalga *Chlorella sorokiniana* como suplemento do meio WPM e meio de cultivo alternativo.

A microalga foi utilizada de duas formas: microalga em suspensão e sobrenadante (Figura 2). O maior desenvolvimento da parte aérea, foi obtido com o uso do meio de cultura WPM com 5,0 mg L⁻¹ de BAP suplementado com o sobrenadante de *Chlorella sorokiniana*.



Figura 2. Detalhe metodológico da microalga em suspensão e da obtenção do sobrenadante da microalga *Chlorella sorokiniana*.

Explantos cultivados em meio contendo WPM e WPM com microalga em suspensão, na presença e ausência de regulador apresentaram raízes mais desenvolvidas.

Com o meio alternativo à base de *C. sorokiniana*, o cultivo *in vitro* de *S. crispa* pôde

ser realizado tanto com sobrenadante quanto com microalga em suspensão, em detrimento do meio comercial WPM, sem perder a qualidade das plântulas. Assim a técnica de micropropagação juntamente com a utilização da microalga *C. sorokiniana* é uma excelente ferramenta para a conservação *S. crista* em fragmentos florestais do Cerrado, podendo ser utilizadas também em outras espécies difíceis de serem propagadas e principalmente as ameaçadas de extinção.

Buscando determinar melhores condições *in vitro* para a micropropagação de *Anacardium othonianum* Rizz. (Figura 3), uma espécie frutífera e medicinal nativa do Cerrado brasileiro, Souza et al. (2017), utilizaram segmentos nodais, e obtiveram plântulas com elevada qualidade fisiológica com meio WPM 50% suplementado com 2.0 g L⁻¹ de carvão, 30 g L⁻¹ de sacarose e 4.0 g L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), sendo totalmente efetivos para o estabelecimento, crescimento e enraizamento.



Figura 3. Árvore de *Anacardium othonianum* Rizz. com fruto. Foto: Assis et al., 2011.

Avaliando diferentes meios de cultura para a germinação e multiplicação *in vitro* de *Eremanthus erythropappus*, Prudente et al., (2016) buscaram estabelecer um protocolo visando a rápida multiplicação da Candeia (*Eremanthus erythropappus*), uma espécie nativa do Cerrado com potencial econômico para a indústria madeireira e farmacêutica, mas que possui uma baixa taxa de germinação *ex vitro*.

Para a germinação *in vitro* foram testados diferentes meios de cultura e também foram testadas concentrações de GA₃ e níveis de pH no meio de cultura ¼ WPM (Tabela 2).

Germinação <i>in vitro</i> de <i>Eremanthus erythropappus</i>		
Meios de cultura	Variações no meio de cultura ¼ WPM	
	Giberelina	pH
WPM	0 mg L ⁻¹	4,8
½ WPM	0,2 mg L ⁻¹	5,8
¼ WPM	0,4 mg L ⁻¹	6,8
MS	0,6 mg L ⁻¹	
½ MS	0,8 mg L ⁻¹	
¼ MS		

Tabela 2. Variações no meio de cultura para a germinação *in vitro* de *Eremanthus erythropappus*.

Para a multiplicação *in vitro*, segmentos caulinares foram inoculados em meio de cultura ¼ WPM, suplementado com BAP (0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; e 5,0 mg L⁻¹).

As brotações obtidas *in vitro* foram individualizadas e inoculadas em meio de cultura ¼ WPM, suplementado com AIB (0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 mg L⁻¹) e 1,5 g L⁻¹ de carvão ativado para o enraizamento *in vitro*. As brotações foram transferidas para tubetes contendo Plantmax® para posterior aclimatização. Dessa forma, os autores observaram que o protocolo mais eficiente para a germinação *in vitro* de candeia é utilizando o meio de cultura ¼ WPM suplementado com 0,56 mg L⁻¹ de GA3 e nível de pH 4,8. No caso da multiplicação, o meio de cultura mais eficiente foi ¼ WPM suplementado com 2,8 mg L⁻¹ de BAP e 3,1 mg L⁻¹ de AIB. As plantas apresentaram 70% de aclimatização *ex vitro*, demonstrando que há viabilidade de sobrevivência das plântulas no ambiente externo (Figura 4).

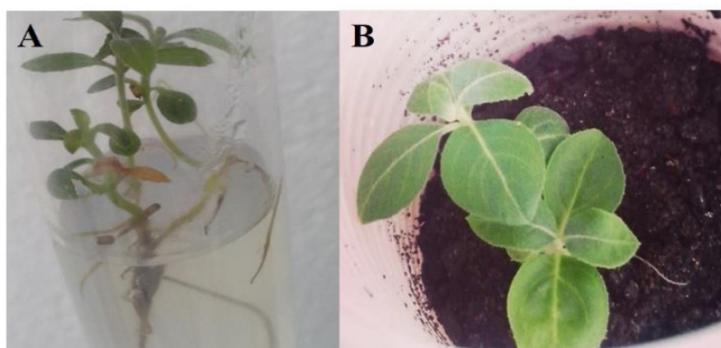


Figura 4. Brotações de candeia inoculadas em meio de cultura ¼ WPM suplementado com 3,2 mg L⁻¹ de AIB, evidenciando o sistema radicular bem desenvolvido aos 30 dias de cultivo *in vitro* (A). Brotação de candeia aclimatizada em substrato Plantmax® aos 60 dias de cultivo *ex vitro* (B). Fonte: Prudente et al. (2016).

Braga et al. (2015) apresentaram um protocolo para a germinação *in vitro* e indução de calos em *Pyrostegia venusta*, uma espécie medicinal do Cerrado. Foi obtido o estabelecimento de culturas a partir de sementes germinadas *in vitro* e a indução de calos diretamente de explantes foliares das plântulas obtidas.

As sementes foram germinadas em meios MS e WPM contendo 100 e 50% da concentração de sais, suplementado com 30 g L⁻¹ de sacarose. A calogênese consistiu na inoculação de segmentos foliares em meio MS acrescido de 2,4-D ou BAP, na presença ou ausência de luz.

A porcentagem de germinação foi em média de 85%. Partes aéreas e raízes de plântulas obtidas em meio WPM com 50 e 100% da concentração de sais, apresentaram elevados teores de compostos fenólicos totais e flavonóides, em relação àquelas obtidas em meio MS.

Já os calos induzidos com menores concentrações de 2,4-D apresentaram maiores valores de matéria fresca e seca. Todos os tratamentos proporcionaram a obtenção de calos com teores de compostos fenólicos totais e flavonóides iguais ou superiores ao explante inicial. Demonstrando a relevância desta técnica para a obtenção dessas plântulas que apresentam alto potencial antioxidante.

Almeida et al., (2015) estabeleceram protocolos eficientes para a multiplicação e enraizamento *in vitro*, bem como para a aclimatização *ex vitro* de *Aegiphila verticillata*, uma espécie arbórea do Cerrado.

Culturas assépticas foram estabelecidas a partir de sementes e dois experimentos de multiplicação foram realizados. No primeiro experimento, foram utilizados 6-benzilaminopurina (BAP – 0; 2,5; 5; e 7,5 µM) + ácido α-naftaleno acético (ANA – 0; 0,2; 0,4; e 0,6 µM) e, no segundo, sulfato de adenina, cinetina ou thidiazuron (0; 5; 7,5; 10; e 12,5 µM).

Houve mais de 90% de germinação das sementes e reduzida taxa de contaminação (2%). Na etapa de multiplicação, o meio que promoveu o melhor desenvolvimento qualitativo e quantitativo das culturas foi o suplementado com 7,5 µM de BAP + 0,4 µM de ANA.

No experimento de enraizamento, foram utilizados ANA, ácido indol acético (AIA) ou ácido indol butírico (AIB) (0; 0,1; 0,2; 0,3; e 0,4 µM). Plântulas enraizadas foram aclimatizadas inicialmente por 30 dias em bandejas de isopor, período após o qual foram transferidas para vasos, em casa de vegetação. Apenas 3% das plantas submetidas à aclimatização inicial morreram, e 70% daquelas transferidas para a casa de vegetação sobreviveram e apresentaram desenvolvimento normal (Figura 5).

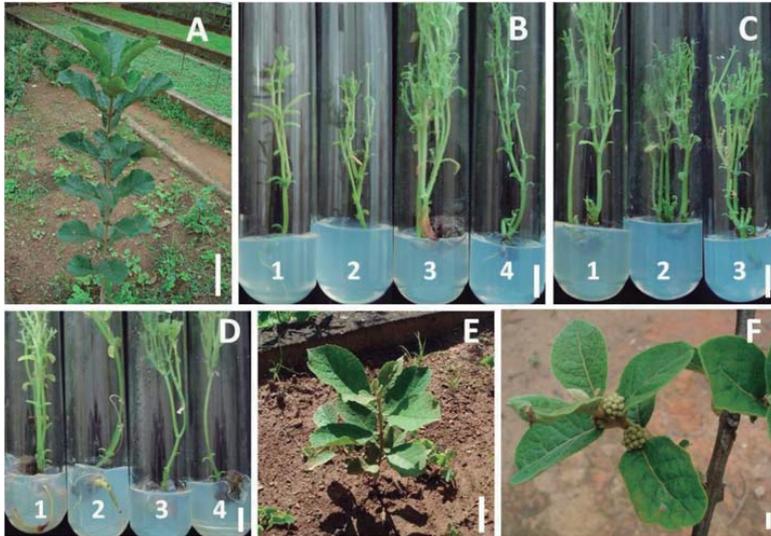


Figura 5. Plantas de *A. verticillata* em condições de campo, 1,5 ano (A) e 90 dias (E) após a aclimatização (escala = 10 cm). Detalhes de frutos na fase inicial de desenvolvimento (F) (escala = 1 cm). Culturas em meio de multiplicação em resposta ao BAP + ANA (μM) (1 = 7,5 + 0,0; 2 = 7,5 + 0,2; 3 = 7,5 + 0,4; 4 = 7,5 + 0,6); e 90 dias após a inoculação (C), e a diferentes concentrações de SA (1 = 7,5 μM), KIN (2 = 7,5 μM) e TDZ (3 = 5 μM), um ano após a inoculação *in vitro* (B); culturas em meio de enraizamento em presença de diferentes concentrações de AIA e AIB, 90 dias após a inoculação *in vitro* (D) (escala = 1 cm). Fonte: Almeida et al., (2015).

Esses são alguns exemplos de trabalhos que corroboram sobre a viabilidade e importância da micropropagação para a prospecção de espécies endêmicas do Cerrado, existem muitos outros inclusive aplicados a outros biomas e grande parte desses aplicados à produção de genótipos de interesse comercial mas de difícil reprodução; à produção padronizada e contínua de metabólitos de interesse medicinal; à conservação de germoplasmas de espécies ameaçadas de extinção. Mas não poderíamos finalizar este capítulo sem citar a importante contribuição da micropropagação para pesquisas voltadas à biologia molecular das plantas, que nos levaram à elucidação de respostas metabólicas a diferentes elicitores (VANISHREE et al., 2004; DINNENY e BENFEY, 2008; LAMBERT et al., 2011; POLLIER et al., 2011; DUDAREVA et al., 2013) , à compreensão de mecanismos de expressão gênica (VERPOORTE e MEMELINK, 2002; GOSENS et al., 2003; GOSENS e RISCHER, 2007) e suas respostas às variações climáticas (SEXTON et al., 2016), dados esses que muito em breve devem auxiliar e influenciar na seleção de genótipos adequados para recuperação de áreas degradadas considerando suas próprias particularidades.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.M.S.; MORAIS, L.E.; RESENDE, C.F.; BRAGA, V.F.; PEREIRA, P.F.; SILVA, R.A.C.; PEIXOTO, P.H.P. .Micropropagation and acclimatization of *Aegiphila verticillata* Vell.: An endangered woody species. **Revista Árvore**, v. 39, n.2, p. 305-314, 2015.

ASSIS, K.C.; PEREIRA, F.D.; SANTOS, S.C.; SILVA, F.G.; SILVA, A.F.; MENEZES, C.C.E. Rendimento de explantes e estabelecimento *in vitro* de segmentos nodais de *Anacardium othonianum* RIZZ., oriundos de sementes armazenadas por diferentes períodos. **Global Science and Technology**, v. 04 n. 01, p.01– 07, 2011.

BARI, R.; JONES, J.D. Role of plants hormones in plant defence responses. **Plant Molecular Biology**, v. 69, p. 473-488, 2009.

BERNARDI, W. F.; RODRIGUES, B. I.; CASSIERE NETO, P.; ANDO, A.; TULMANN NETO, A.; CERAVOLO, L. C.; MONTES, S. M. N. M. Micropropagação de baixo custo em bananeira cv. Maçã em meios com diferentes fontes de carbono e avaliação da performance em campo das mudas produzidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 503-506, 2004.

BRAGA, M.K.Q.; COIMBRA, M.C.C.; CASTRO, A.H.F. In vitro germination, callus induction and phenolic compounds contents from *Pyrostegia venusta* (Ker Gawl.).

CAMARGO S.S. et al. Fitorreguladores e espectros de luz na micropropagação de *Oncidium baueri* Lindl. **Ciência Rural**, v. 45, n.11, p. 2007-2012, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141780>

CARDOSO, J.C.; ONO, E.O. *In vitro* growth of *Brassocattleya* orchid hybrid in different concentrations of KNO_3 , NH_4NO_3 and benzylaminopurine. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 359-363, 2011.

CARVALHO, J.M.F.C.; SILVA, M.M.A.; MEDEIROS, M.J.L. **Fatores Inerentes à Micropropagação**. Embrapa Algodão. Documentos, n. 148, 28p., 2006.

CID, L.P.B. **Cultivo *in vitro* de plantas**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2010.

CLOUSE, S.D. Brassinosteroid/Abcisic Acid Antagonism in Balancing Growth and Stress. **Developmental Cell**, v. 38, p. 118 -120, 2016.

COLLI, S. Outros Reguladores: Brassinosteróides, Poliaminas, Ácidos Jasmônico e Salicílico. KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

COSTA, F.H.S.; PEREIRA, M.A.A.; OLIVEIRA, J.P.; PEREIRA, J.E.S. Efeito de agentes geleificantes alternativos no meio de cultura no cultivo *in vitro* de abacaxizeiro e bananeira. **Ciência e agrotecnologia**, v. 31, n. 1, 2007.

DAMIANI, C.R.; SCHUCH, M.W. Multiplicação fotoautotrófica de mirtilo através do uso de luz natural. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n.2, p. 482 – 487, 2008.

DINNENY, J.R.; BENFEY, P.N. Plant stem cell niches: standing the test of time. **Cell**, v.132, p.553-557, 2008.

DUDAREVA, N.; KLEMPIEN, A.; MUHLEMANN, J.K.; KAPLAN, I. Biosynthesis, function and metabolic engineering of plant volatile organic compounds. **New Phytologist**, v.198, p.16–32, 2013.

FARIA, R.T.; ASSIS, A.M.; UNEMOTO, L.K.; CARVALHO, J.F.R.P. **Produção de Orquídeas em Laboratório**. Londrina: Macenas, 124p., 2012.

FAVETTA, V.; COLOMBO, R.C.; FARIA, R.T. Cultivo *in vitro* de *Vanda tricolor* Lindl. em meios de cultura simplificados. **Revista de Ciências Agrárias** (Belém), v 57, p. 114-117, 2014.

FERREIRA, W.M.; SUZUKI, R.M. O cultivo *in vitro* de orquídeas como alternativa para a preservação de espécies nativas ameaçadas de extinção. In: Loiola MIB, Baseia IG & Lichston JE (Org.) **Atualidades, desafios e perspectiva da botânica no Brasil**. Natal, Imagem Gráfica, p. 67-68, 2008.

GEORGE, E. F.; HALL, M. A. E KLERK, G. J. **Plant Propagation by Tissue Culture**. 3ª Edição, 2008, 501 p.

GOOSSENS, A.; HAKKINEN, S. T.; LAAKSO, I.; SEPPANEN-LAAKSO, T.; BIONDI, S.; DE SUTTER, V.; LAMMERTYN, F.; NUUTILA, A. M.; SODERLUND, H.; ZABEAU, M.; INZE, D.; OKSMAN-CALDENTY, K. M. A functional genomics approach toward the understanding of secondary metabolism in plant cells. **PNAS**, v.100, p.8595-8600, 2003.

GOOSSENS, A.; RISCHER, H. Implementation of functional genomics for gene discovery in alkaloid producing plants. **Phytochemistry Reviews**, v.6, p.35-49, 2007.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A. Micropropagação. In: TORRES, C.A.; CALDAS, L.S. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília. ABCTP/EMBRAPA-CNPH, p. 99-169, 1990.
GUERRA, M. P.; RODRIGUES, M. A. Giberelinas. In.: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

IACONA, C.; MULEO, R.; Light quality affects *in vitro* adventitious rooting and *ex vitro* performance of cherry rootstock colt. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 630-636, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. PRODES - Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/cerrado>. Acesso em: 21 fev. 2019.

JUNGHANS, T.G.; SANTOS-SEREJO, J.A.S. Obtenção e Manuseio de Explantes. In.: SOUZA, A.S.; JUNGHANS, T.G. **Introdução à Micropropagação de Plantas. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 152p., 2006.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KNUDSON, L.A. New nutrient solution for the germination of orchid seed. **American Orchid Society Bulletin**, Nv. 15, p. 214-217, 1946.

LAMBERT, E.; FAIZAL, A.; GEELEN, D. Modulation of Triterpene Saponin Production: In Vitro Cultures, Elicitation, and Metabolic Engineering. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, v.164, p.220-237, 2011.

LLOYD, G.; MCCOWN, B. Use of microculture for production and improvement of *Rhododendro* spp. **HortScience**, v. 15, n. 3, p. 416, 1981.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.D. (eds.). **Livro vermelho da flora do Brasil**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio- Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.

MARTINELLI, G.; MESSINA, T. e FILHO, L.S. **Livro vermelho da flora do Brasil – Plantas raras do Cerrado**. 1. ed. Rio de Janeiro : Andrea Jakobsson : Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro : CNCFlora, 2014.

MENGARDA, L.H.G. et al. Efeito do AIB e do ácido bórico na formação e enraizamento de brotos laterais em estacas de orquídeas. *Revista Nucleus*, v.10, n. 2, p. 139-149, 2013. Doi:10.3738/1982.2278.923.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tabacco tissue culture. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962

NAMBIAR, N.; SIANG, T.C.; MAHMOOD, M. Effect of 6-Benzylaminopurine on flowering of a *Dendrobium* orchid. **Australian Journal of Crop Science**, v. 6 n.2, p. 225-231, 2012.

PEREIRA, N.S.; RODRIGUEES, B.; CARVALHO, E.; DAMIANI, C.R. Application of *Chlorella sorokiniana* (Chlorophyceae) as supplement and/or an alternative medium for the in vitro cultivation of *Schomburgkia crispa* (Orchidaceae). **Journal of Applied Phycology**, v. 30, n. 4, p 2347–2358, 2018.

POLLIER, J.; MOSES, T.; GOOSSENS, A. Combinatorial biosynthesis in plants: a (p)review on its potential and future exploitation. **Natural Products Reports**, v.28, p.1897–1916, 2011.

POZO, J.C.D. et al. Hormonal control of the plant cell cycle. **Biologia Plantarum**, v. 123, p. 173-183, 2005.

PRUDENTE, D.O.; NERY, F.C.; PAIVA, R.; GOULART, V.L.A.; ANSELMO, A.C.N. Micropropagação de candeia, uma espécie nativa do cerrado brasileiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 15, n. 3, p. 305-311, 2016.

RAFIQUE, R.; FATIMA, B.; MUSHTAQ, S.; IQBAL, MS.; RASHEED, M.; ALI, M.; HASAN, S.Z.U. Effect of indole-3-butyric acid (IBA) on in vitro root induction in *Dendrobium* orchid (*Dendrobium sabin* H.) **African Journal of Biotechnology**, p. 11, n. 2, p. 4673-4675, 2012.

READ, P.E.; PREECE, J.E. **Cloning: Plants – Micropropagation/Tissue Culture**. In.: ALFEN, N. K. V. *Encyclopedia of Agriculture and Food System*. v. 2. Elsevier, 2014.

SEXTON, J. P.; HUFFORD, M. B.; BATEMAN, A. C.; LOWRY, D. B.; MEIMBERG, H.; STRAUSS, S. Y.; RICE, K. J. Climate structures genetic variations across species' elevation range: a test of range limits hypotheses. **Molecular Ecology**, v. 25, p. 911-928, 2016.

SIGMA. 2019 Catálogo disponível em: <http://www.sigmaaldrich.com/> Acesso em: 03 de Março de 2019.

SILVA, D. B. et al. *Frutas do Cerrado*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178p.

- SOUZA, A.S.; COSTA, M.A.P.C.; SANTOS-SEREJO, J.A.; JUNGHANS, T.G.; SOUZA, F.V.D. Introdução à cultura de tecidos de plantas. In.: SOUZA, A.S.; JUNGHANS, T.G. **Introdução à Micropropagação de Plantas. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 152p., 2006a.
- SOUZA, F.V.D.; JUNGHANS, T.G.; SOUZA, A.S.; SANTOS-SEREJO, J.A.; COSTA, M.A.P.C. Micropropagação. In.: SOUZA, A.S.; JUNGHANS, T.G. **Introdução à Micropropagação de Plantas. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 152p., 2006b
- SOUZA, J.Á.; SCHUCH, M.W.; SILVA, L.C.; FERRI, J.E.E.; SOARES, G.C. Solidificante no meio de cultura e tamanho do explante no estabelecimento da propagação *in vitro* de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Brasileira de Agrociência**. Pelotas, v. 13, n.1, p. 115-118, 2007.
- SOUZA, R.L.B.; LONE, A.B.; FARIA, R.T.; OLIVEIRA, K.S. Pulp fruit added to culture medium for *in vitro* orchid development. Polpa de frutos adicionada ao meio de cultivo no crescimento *in vitro* de orquídea. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p.1141-1146, 2103.
- STANCATO, G.C.; ABREU, M.F.; FURLANI, Â.M.C. Crescimento de orquídeas epífitas *in vitro*: adição de polpa de frutos. **Bragantia** [online], v. 67, n. 1, p. 51-57, 2008.
- STANCATO, G.C.; BEMELMANS, P.F.; VEGRO, C.L.R. Produção de mudas de orquídeas a partir de sementes *in vitro* e sua viabilidade econômica: estudo de caso. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 7, n.1, p. 25-33, 2001.
- SU, M.J.; SCHNITZER, J.Á.; FARIA, R.T. Polpa de banana e fertilizantes comerciais no cultivo *in vitro* de orquídea. **Científica**, v. 40, n.1, p. 28–34, 2012.
- SUBRAMANIAM, S.; RATHINAM, X.; POOBATHY, R.E.; SINNIAN, U. Establishment of *in Vitro Phalaenopsis* *Violacea* Plant Cultures from Flower-stalk Cuttings. **Advances in Natural and Applied Sciences**, v. 3, n. 3, p. 432-437, 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TAKAHASHI, E.K. **Transferência do gene atacina A para plantas de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) por biobalística**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- VACIN, E.F.; WENT, F.W. Some pH in nutrient solutions. **Botanical Gazette**, v.110, p. 605-617, 1949.
- VANISHREE, M.; LEE, C.Y.; LO, S.F.; NALAWADE, S.M.; LIN, C.Y.; TSAY, H.S. Studies on the production of some important metabolites from medicinal plants by plant tissue cultures. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 45, p.1-22, 2004.
- VERPOORTE, R.; MEMELINK, J. Engineering secondary metabolites production in plants. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 3, p.181 -187, 2002.
- VENTURA, G.M.; DIAS, J.M.M.; TEIXEIRA, L.S.; CARVALHOS, S.V.; MOTOIKE, Y.S.; NOVAIS, F.R., CECON, R.P. Organogênese *in vitro* a partir de gemas apicais e axilares de plantas adultas de orquídeas do grupo *Cattleya*. **Revista Ceres**, v. 47, p. 613-628, 2002. Doi: 10.1016/j.scienta.2010.05.018.

VERMA, A.; MALIK, C. P.; GUPTA, V. K.; BAJAJ, B. K. Effects of in vitro triacontanol on growth, antioxidant enzymes, and photosynthetic characteristics in *Arachis hypogaea* L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 23, n. 4, p. 271-277, 2011

ÍNDICE REMISSIVO

A

Arboviroses 10, 11, 14

Armadilhas Fotográficas 66, 68, 69, 70, 73, 74, 80

Aulas Práticas 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 112, 130, 135, 136, 137, 138

B

Biodiversidade 5, 7, 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 14, 17, 18, 39, 40, 41, 46, 48, 67, 68, 74, 80, 92, 94, 144, 145, 180

Bioindicadores 39, 41

Bioinsetidida 9

C

Captura Animal 55

Cerrado 7, 2, 8, 17, 18, 21, 29, 30, 32, 33, 35, 36, 52, 56, 94, 169

Chiroptera 54, 55, 56, 63, 64, 65, 68

Ciclos Biogeoquímicos 113, 114, 115, 118

Colônia Tradicional 144

Conhecimento Tradicional 167, 174, 175, 177

Conservação 1, 2, 8, 17, 18, 21, 30, 33, 35, 47, 48, 66, 67, 68, 72, 74, 79, 80, 81, 82, 91, 92, 129, 130, 144, 145, 154

Construção civil 119, 120

Construção Sustentável 8, 119, 120, 121, 123

D

Desenvolvimento Sustentável 119, 120

E

Ecologia 5, 64, 65, 68, 92, 93, 96, 97, 103, 104, 112, 127, 180

Educação de Jovens e Adultos 135, 136, 137, 142

Engenharia Genética 10

Ensino de Ciências 9, 101, 102, 111, 112, 125, 134, 180

Ensino de zoologia 93, 94, 95, 96, 100

Espécies vegetais 9, 11, 13, 14, 168, 174, 175

Etnobiologia 154, 155

Etnofarmacologia 167, 176

F

Feira de Ciências 125, 126, 127, 128, 129, 131, 133

Floresta Atlântica 7, 66, 67, 69, 152

Formigas 7, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52

Fragmentação da paisagem 67

Fungos 2, 3, 7, 8, 23, 46, 129, 130

H

História Evolutiva 94

I

Integração Escolar 134, 136

Invertebrados 40, 48, 101, 102, 180

J

Jogos didáticos 109, 112

L

Laboratório Escolar 134, 136, 137

Larvicida 7, 9, 10, 11, 13, 14

M

Mastofauna 68, 70, 78, 79

Micologia 5, 1, 8

Micropropagação 7, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37

O

Oxigênio 8, 113, 114, 115

P

Peixes 8, 51, 82, 83, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 146, 147, 151

Pescadores 9, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153

Plantas Medicinais 9, 11, 15, 155, 156, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178

Prática pedagógica 126

Preservação ambiental 100, 145, 152

Produção de energia 39

Produtos naturais 162, 167, 168, 174, 175

R

Região Neotropical 5, 6, 47, 82, 120, 180

Reguladores de Crescimento 20, 24, 25, 26, 27, 28

Relações Filogenéticas 94

Reprodução 18, 21, 33, 66, 78, 81, 85, 87, 89, 90, 91, 92

S

Sequência didática 8, 103, 113, 115, 117

Siluriformes 81, 82, 87, 90, 91, 92

Sustentabilidade 5, 39, 40, 41, 119, 120, 124, 125, 127, 129, 130, 180

U

Unidades de Conservação 8, 18, 145

Usinas Hidrelétricas 40

Z

Zoologia 5, 8, 50, 63, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 102, 180

A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade

Atena
Editora
Ano 2021

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

A Estruturação e Reconhecimento das Ciências Biológicas na Contemporaneidade

Atena
Editora
Ano 2021

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 