

Renata Mendes de Freitas
(Organizadora)

Ciências Biológicas
Campo Promissor
em Pesquisa 2

Atena
Editora

Ano 2019

Renata Mendes de Freitas
(Organizadora)

Ciências Biológicas
Campo Promissor
em Pesquisa

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobom – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|---|
| C569 | <p>Ciências biológicas [recurso eletrônico] : campo promissor em pesquisa 2 / Organizadora Renata Mendes de Freitas. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Biológicas. Campo Promissor em Pesquisa; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-782-6 DOI 10.22533/at.ed.826191311</p> <p>1. Ciências biológicas – Pesquisa – Brasil. I. Freitas, Renata Mendes de. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 570</p> |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A coleção “Ciências Biológicas: Campo Promissor em Pesquisa” é uma obra composta de dois volumes que tem como foco principal a discussão científica atual através de trabalhos categorizados e interdisciplinares abordando pesquisas, relatos de casos, resumos ou revisões que transitam nas diversas áreas das Ciências Biológicas.

A grande diversidade de seres vivos e a grande especialização das áreas de estudo da biologia, a tornam uma ciência muito envolvente, que consegue abranger todas as relações interpessoais e uma grande interdisciplinaridade com outras áreas.

O primeiro volume foi organizado com trabalhos e pesquisas que envolvem a área da Saúde em diferentes Instituições de Ensino e Pesquisa do País. Logo, neste volume poderá ser encontrado pesquisas relacionadas a anatomia humana, plantas medicinais, arboviroses, atividades antimicrobianas e antifúngicas, biotecnologia e tópicos relacionados à segurança alimentar e cuidados em saúde. O destaque desse volume é para compostos naturais que podem ser utilizados no combate e controle de diversos microorganismos.

Já o volume dois, é composto por trabalhos que envolvem o Ensino de Ciências e pesquisas científicas em Biologia, tendo destaque os trabalhos relacionados à Ecologia e Conservação ambiental, e também a divulgação da Educação Especial.

A crescente preocupação com o meio ambiente e o consumo sustentável trazem reflexões que atingem nossa fauna e flora; os atuais processos de ensino e aprendizagem oferecem um plano de fundo às discussões referentes ao melhoramento das abordagens educacionais nas diferentes esperas de ensino.

Conteúdos relevantes são, deste modo, apresentados e discutidos com a proposta de fundamentar e apoiar o conhecimento de acadêmicos, mestres e doutores das amplas áreas das Ciências Biológicas.

Renata Mendes de Freitas

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| AÇÃO DA LACASE DE <i>TRAMETES</i> <i>sp.</i> NA REMOÇÃO DE TRIMETOPRIMA DE SOLUÇÕES AQUOSAS | |
| Daniele Maria Zanzarin Elidiane Andressa Rodrigues Alex Graça Contato Tatiane Brugnari Caroline Aparecida Vaz de Araujo Giselle Maria Maciel Rafael Castoldi Rosane Marina Peralta Cristina Giatti Marques de Souza | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913111 | |
| CAPÍTULO 2 | 10 |
| A OBJETIFICAÇÃO DOS ANIMAIS NÃO-HUMANOS E O COMÉRCIO ILEGAL DE ANIMAIS SILVESTRES | |
| Luiza Alves Chaves | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913112 | |
| CAPÍTULO 3 | 23 |
| APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS E DOCUMENTARIOS NO ENSINO DE ECOLOGIA | |
| Mychelle de Sousa Fernandes Viturino Willians Bezerra Jefferson Thiago Souza | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913113 | |
| CAPÍTULO 4 | 28 |
| AZADIRACHTA INDICA: UM ESTUDO ACERCA DOS ASPECTOS RIQUEZA DE ESPÉCIES E ABUNDÂNCIA RELATIVA NO MUNICÍPIO DE ARAGUATINS-TO | |
| Gutemberg de Sousa da Conceição Gutemberg Farias de Alencar Jair Cabral Rodrigues Junior Richard Alef Garros da Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913114 | |
| CAPÍTULO 5 | 40 |
| BANCO ESTATÍSTICO: UM JOGO PEDAGÓGICO | |
| Gesely Rosany Costa Resende | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913115 | |
| CAPÍTULO 6 | 47 |
| CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE | |
| Juscelina Arcanjo dos Santos Paulo André Trazzi Lucas Fernandes Rocha Fernanda Leite Cunha Dulcinéia de Carvalho | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913116 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 7 | 57 |
| CONSTRUÇÃO DE ROTEIROS INTERDISCIPLINARES DE MEDIAÇÃO NO MUSEU DINÂMICO INTERDISCIPLINAR DA UEM | |
| Rauana Santandes | |
| Ana Paula Vidotti | |
| Sônia Trannin de Mello | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913117 | |
| CAPÍTULO 8 | 68 |
| DISCUTINDO A INTERDISCIPLINARIDADE EM BIOLOGIA EVOLUTIVA: A IMPORTÂNCIA E OS DESAFIOS | |
| Thaís Pereira de Oliveira | |
| Davi Elisiário Lima Lopes | |
| Mônica Aline Parente Melo Maciel | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913111 | |
| CAPÍTULO 9 | 73 |
| DESENVOLVIMENTO ASSISTIDO: DA CHOCADÉIRA AO DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO | |
| Kátia Regina Barros da Silva | |
| Eric Santos Acioli da Silva | |
| Yasmin Guedes de Aguiar Pimentel | |
| Karina Dias Alves | |
| DOI 10.22533/at.ed.8261913119 | |
| CAPÍTULO 10 | 85 |
| DESENVOLVIMENTO DE UM ATLAS HISTOLÓGICO VIRTUAL: EXPERIÊNCIAS DE CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO NO ENSINO DA HISTOLOGIA | |
| Aline Otero Fernández Santos | |
| Mirian Soares de Freitas Nardy | |
| Ernani Aloysio Amaral | |
| Sarah Alves Auharek | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131110 | |
| CAPÍTULO 11 | 96 |
| ESTADO DA ARTE NOS ESTUDOS RELACIONADOS À PROBLEMÁTICA DOS TERREMOTOS | |
| Marcus Vinicius Peralva Santos | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131111 | |
| CAPÍTULO 12 | 109 |
| FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS DO GÊNERO <i>Anastrepha</i> (DIPTERA: TEPHRITIDAE) NO MUNICÍPIO DE CASTANHAL, PARÁ | |
| Álvaro Remígio Ayres | |
| Elton Lucio de Araujo | |
| Elania Clementino Fernandes | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131112 | |
| CAPÍTULO 13 | 118 |
| IDENTIFICAÇÃO DE FLAVONOIDES DAS FOLHAS DE <i>MACHAERIUM ACUTIFOLIUM</i> (PAPILIONOIDEAE-FABACEAE) POR ESPECTOMETRIA DE MASSAS | |
| Adonias Almeida Carvalho | |
| Lucivania Rodrigues dos Santos | |
| Renato Pinto de Sousa | |
| Jurema Santana de Freitas | |

Bruno Quirino Araújo
Mariana Helena Chaves
DOI 10.22533/at.ed.82619131113

CAPÍTULO 14 130

IMPORTÂNCIA DE AULAS PRÁTICAS NO PROCESSO DE ENSINO- APRENDIZAGEM DOS ALUNO DO 1º SEMESTRE SOBRE TECIDOS E SISTEMAS DO CORPO HUMANO NA DISCIPLINA DE HISTOLOGIA E EMBRIOLOGIA, NO CURSO DE MEDICINA – UECE

Marcos Vinícios Pitombeira Noronha
Lucas Pontes Coutinho
Inácio Gomes de Brito Filho
Lailton Arruda Barreto Filho
Patrícia Marçal Da Costa

DOI 10.22533/at.ed.82619131114

CAPÍTULO 15 139

MONITORAMENTO DA INFESTAÇÃO DO *Aedes* spp. NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO NO CAMPUS DE CUIABÁ

Rafael Miranda de Freitas Custódio
Ricardo Cardoso Adriano
Rosina Djunko Miyazaki
Geovanna Fernandes Lopes
Ingrid Lyne Cândida dos Reis Soares de Abreu
Jéssica da Silva Gava
Ana Lucia Maria Ribeiro
Katia Rayane Souza Santos

DOI 10.22533/at.ed.82619131115

CAPÍTULO 16 144

O USO DE LIVRO PARADIDÁTICO PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CONTEÚDOS, NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA EVOLUTIVA NO CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Davi Elisiario Lima Lopes
Mônica Aline Parente Melo Maciel

DOI 10.22533/at.ed.82619131116

CAPÍTULO 17 158

PLANTAS DO MANGUEZAL: UMA REVISÃO BRASILEIRA

Luzia Abílio da Silva
Eduarda Santos de Santana
Thiago Felix da Silva
Gustavo da Costa Lima
Gisele Nayara Bezerra da Silva
Isabel Michely da Silva
Janayze Suéllen de Lima Mendes Silva
Willams Alves da Silva
Keila Tamires da Silva
Pérola Paloma Silva do Nascimento
Sônia Pereira Leite
Roberta Maria Pereira Leite de Lima

DOI 10.22533/at.ed.82619131117

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 18 | 168 |
| SINAIS DE HERBIVORIA AFETAM A ESCOLHA DE FOLHAS EM COMUNIDADES TRADICIONAIS? | |
| Ana Carolina Sabino de Oliveira | |
| Dauyzio Alves da Silva | |
| Jefferson Thiago Souza | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131118 | |
| CAPÍTULO 19 | 174 |
| UM ESTUDO DE CASO SOBRE A INCLUSÃO DE ALUNOS AUTISTAS EM AULAS DE BIOLOGIA | |
| Bárbara Machado Duarte | |
| Vanessa Daiana Pedrancini | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131119 | |
| CAPÍTULO 20 | 186 |
| VALORIZAÇÃO DA BIOÉTICA COM O USO DE CADÁVARES NO ESTUDO DA ANATOMIA HUMANA | |
| João Rocha de Lucena Neto | |
| Rodrigo Montenegro Barreira | |
| Natália Stefani de Assunção Ferreira | |
| Fábio Rolim Guimarães | |
| João Victor Bezerra Diniz | |
| Ivelise Regina Canito Brasil | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131120 | |
| CAPÍTULO 21 | 190 |
| INFLUÊNCIA DE FATORES OCEANOGRÁFICOS SOB AS COMUNIDADES DE AVES MARINHAS DA REGIÃO DE VITÓRIA-TRINDADE, BANCO DE ABROLHOS E RESSURGÊNCIA CABO FRIO | |
| Edison Barbieri | |
| Larissa Yoshida Roselli | |
| Jorge Luiz Rodrigues Filho | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131121 | |
| CAPÍTULO 22 | 211 |
| VARIÇÃO SAZONAL DA ASSEMBLEIA DE AVES DA BAÍA DE TRAPANDÉ, CANANÉIA, SP | |
| Larissa Yoshida Roselli | |
| Jorge Luiz Rodrigues Filho | |
| Edison Barbieri | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131122 | |
| CAPÍTULO 23 | 223 |
| RIQUEZA E COMPOSIÇÃO DE AVES EM LIMA DUARTE E BOM JARDIM DE MINAS, MINAS GERAIS, BRASIL | |
| Antônio Carlos Silva Zanzini | |
| Aloysio Souza de Moura | |
| Matusalém Miguel | |
| Felipe Santana Machado | |
| Marco Aurélio Leite Fontes | |
| DOI 10.22533/at.ed.82619131123 | |
| SOBRE A ORGANIZADORA | 240 |
| ÍNDICE REMISSIVO | 241 |

CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Juscelina Arcanjo dos Santos

Universidade Federal de Lavras (UFLA),
Departamento de Ciências Florestais, Lavras -
Minas Gerais.

Paulo André Trazzi

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES),
Departamento de Ciências Florestais e da
Madeira, Jerônimo Monteiro - Espírito Santo

Lucas Fernandes Rocha

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” (UNESP), Departamento de Ciência
Florestal, Botucatu - São Paulo

Fernanda Leite Cunha

Universidade Federal de Lavras - UFLA,
Departamento de Ciências Florestais, Lavras -
Minas Gerais.

Dulcinéia de Carvalho

Universidade Federal de Lavras - UFLA,
Departamento de Ciências Florestais, Lavras -
Minas Gerais.

RESUMO: Devido ao grande número de espécies que se encontram ameaçadas de extinção, torna-se evidente a necessidade de desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas eficientes de conservação e que visem minimizar os riscos de extinção das espécies vegetais. A conservação da biodiversidade baseia-se na preservação dos recursos genéticos por meio de estratégias de conservação *ex situ* e *in situ*. Dentre as estratégias utilizadas na conservação

ex situ, o uso de técnicas de cultura de tecidos constitui uma importante ferramenta para a propagação de espécies ameaçadas de extinção e para a conservação dos recursos genéticos a partir do armazenamento em bancos de germoplasma. Nesse sentido, as técnicas de cultura de tecidos permitem a propagação de espécies que apresentam dificuldade de germinação ou restrições na propagação vegetativa convencional, contribuindo para conservação de espécies ameaçadas de extinção. A partir do emprego destas estratégias, é possível conservar uma grande quantidade de material genético em pequenos espaços os quais poderiam ser perdidos na natureza. Assim, o objetivo deste trabalho foi produzir uma revisão sobre o papel da tecnologia de cultura de tecidos vegetais na conservação da biodiversidade, pontuando as estratégias da conservação *ex situ*, as técnicas de cultura de tecidos, a conservação *in vitro* de germoplasma e as principais técnicas utilizadas em espécies ameaçadas de extinção.

PALAVRAS-CHAVE: germoplasma, micropropagação, genética

PLANT TISSUE CULTURE ON BIODIVERSITY CONSERVATION

ABSTRACT: Due to the large number of

endangered species, the need to develop and refine efficient conservation techniques to minimize the risk of extinction of plant species becomes evident. Biodiversity conservation is based on the conservation of genetic resources through *ex situ* and *in situ* conservation strategies. Among the strategies used in *ex situ* conservation, the use of tissue culture is an important tool for the propagation of threatened species and for the conservation of genetic resources in germplasm banks. Besides, tissue culture techniques allow the propagation of species that have difficulties on the germination process or present restrictions in conventional vegetative propagation, contributing to the conservation of endangered species. After the application of plant tissue strategies, it is possible to preserve in small spaces a large amount of genetic material that could be lost in nature. Thus, the objective of this study was to produce a review on the role of plant tissue culture technology in biodiversity conservation, highlighting *ex situ* conservation strategies, tissue culture techniques, *in vitro* germplasm conservation and the main techniques used in endangered species.

KEYWORDS: germplasm, micropropagation, genetics

1 | INTRODUÇÃO

A intensa exploração dos recursos naturais e a fragmentação dos habitats são fatores que contribuem para a redução no tamanho efetivo das populações de espécies vegetais, tornando-as isoladas e vulneráveis a eventos ambientais, demográficos e genéticos (VIEGAS, et al., 2011). Espécies com ocorrência em ambientes altamente fragmentados podem sofrer erosão genética, aumentando assim o risco de extinção (CARVALHO et al., 2009). Aliado aos fatores citados e ao grande número de espécies que já se encontram ameaçadas de extinção, torna-se evidente a necessidade de desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas eficientes de conservação e que visem minimizar os riscos de extinção das espécies.

A manutenção da biodiversidade visa preservar os recursos genéticos por meio de estratégias de conservação *ex situ* e *in situ*. A conservação *in situ* consiste na aplicação de técnicas que visem conservar as espécies em seu habitat natural, dessa forma a espécie tem chance de dar continuidade nos seus processos evolutivos e toda uma comunidade de espécies são conservadas conjuntamente (PAVAN, 2014). Por outro lado, a conservação *ex situ*, consiste em práticas de conservação da diversidade biológica fora do ambiente de origem, possibilitando conservar amostras representativas da variabilidade genética de uma determinada espécie alvo, sendo essas amostras representativas de uma ou de diversas populações da espécie em estudo (PAVAN, 2014).

A aplicação de estratégias de conservação *ex situ* é fundamental para o sucesso de programas de conservação biológica. Nesse sentido, a conservação fora do local de origem natural garante o pronto acesso ao material quando o mesmo se fizer necessário, atuando como um *back up* para determinados segmentos da

diversidade, os quais poderiam ser perdidos na natureza (HAWKES et al., 2012). As práticas de conservação *ex situ* também tem o objetivo de apoiar as ações que promovem a conservação *in situ* das espécies, pois garantem a perpetuidade das espécies com o passar das gerações.

Dentre as estratégias utilizadas na conservação *ex situ*, o uso de técnicas de cultura de tecidos constitui uma importante ferramenta para propagação de espécies que se encontram ameaçadas de extinção, bem como possibilitar a conservação dos recursos genéticos a partir do armazenamento de tecidos vegetais em bancos de germoplasma. Além disso, essas técnicas possibilitam que o germoplasma das espécies se torne disponível para recuperação para possível utilização futura no campo (JESUS SÁ et al., 2011)

Assim, o objetivo deste trabalho foi produzir uma revisão sobre o papel da tecnologia de cultura de tecidos vegetais na conservação da biodiversidade, pontuando as estratégias da conservação *ex situ*, as técnicas de cultura de tecidos, a conservação *in vitro* de germoplasma e as principais técnicas utilizadas em espécies que se encontram ameaçadas de extinção e necessitam de estratégias de multiplicação para a reintrodução na natureza.

2 | CONSERVAÇÃO EX SITU

O modelo de conservação *ex situ* é composto por um conjunto de técnicas que visam deter a perda de diversidade genética e reverter o quadro de extinção por meio do resgate e conservação do germoplasma, além de propiciar a criação de meios para ações de recuperação de habitats e de reintrodução de espécies (JOSÉ, 2010; PAVAN, 2014). A aplicação dessa técnica é um modelo eficiente de conservação fundamentado nas situações em que a extinção é provável ou iminente (PENCE, FINKE, CHAIKEN, 2017), além de apoiar as ações que promovam a conservação *in situ* das espécies ameaçadas de extinção (PILATTI et al., 2011).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2014), existem 2.113 espécies de plantas consideradas ameaçadas de extinção, sendo que 467 destas espécies estão criticamente em perigo. Estes números demonstram uma urgência necessidade em ampliar as estratégias de conservação da biodiversidade brasileira.

Nesse sentido, a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia foi criada com o objetivo de promover a conservação *ex situ* por meio de bancos ativos de germoplasma, bancos de sementes, bancos de DNA e bancos de germoplasma *in vitro*. Além disso, a empresa conta com um número considerável de bancos de germoplasma vegetal, coleções biológicas e núcleos de conservação, distribuídos no norte, nordeste, centro-oeste, sudeste e sul do Brasil (EMBRAPA, 2018). As principais estratégias para a conservação *ex situ* utilizadas pela Embrapa são o armazenamento de sementes ortodoxas a -20 ° C e as coleções de cultivo *in vitro* aplicadas a propagação vegetativa. Também estão sendo desenvolvidos protocolos

de cultura *in vitro* e criopreservação de espécies e de sementes recalcitrantes ou intermediárias de armazenamento (PILATTI et al., 2011). Por outro lado, as principais instituições envolvidas para a conservação de plantas silvestres são os jardins botânicos, os quais mais que duplicaram nos últimos 50 anos. Hoje suas coleções incluem quase 105.000 espécies, quase um terço de todas as plantas com flores conhecidas (SHARROCK et al., 2010).

Pilatti et al. (2011) avaliando a conservação *in vitro* e criogênica da biodiversidade vegetal no Brasil relataram que devido os ecossistemas estarem ameaçados, a conservação *ex situ* é uma necessidade urgente, sendo a criopreservação e conservação *in vitro* opções complementares para proteger as espécies nativas do Brasil. Para estes autores os problemas associados à preservação de espécies que se encontram ameaçadas de extinção, principalmente aquelas que produzem sementes recalcitrantes estimularam as pesquisas *in vitro* e a criopreservação como estratégias de conservação alternativas e complementares.

Uma das restrições práticas de conservação *ex situ* é estabelecer estratégias para a conservação do germoplasma de sementes florestais, já que algumas espécies são difíceis de serem coletadas, ou produzem sementes insuficientes para a coleta. A baixa disponibilidade de informações sobre floração, frutificação e a produção irregular de sementes em diferentes anos também contribuem como restrições, colaborando para que a maioria das pesquisas sobre a conservação de espécies nativas brasileiras seja realizada em sementes ortodoxas (PILATTI et al., 2011).

Assim, estudos que favoreçam as técnicas de conservação *ex situ* por meio da germinação *in vitro* em espécies ameaçadas de extinção, principalmente as espécies que possuem sementes recalcitrantes são importantes, tanto para maximizar a produção de mudas quanto para a reintrodução da espécie na natureza. Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos buscando desenvolver protocolos de germinação de sementes *in vitro* em espécies lenhosas com objetivo de produzir mudas como em aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) (ANDRADE et al., 2000), mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomez) (JESUS SÁ et al., 2011) e em alcachofra (*Cynara cardunculus* L.) (MORAES et al., 2010), demonstrando bons resultados.

3 | CULTURA DE TECIDOS

A cultura de tecidos é um processo através do qual pequenos fragmentos de tecido vivo (explantes) são isolados de um organismo e cultivados asépticamente por períodos indefinidos em um meio nutritivo (PAIVA e PAIVA, 2001). As técnicas de cultura de tecido permitem a propagação de espécies que apresentam dificuldade de germinação ou restrições na propagação vegetativa convencional, minimizam o problema de sementes recalcitrantes, promovem a produção de mudas em larga escala e contribuem para a conservação de espécies que se encontram ameaçadas

de extinção por meio dos bancos de germoplasma (PINHAL et al., 2011).

A conservação de recursos genéticos por meio de técnicas de cultura de tecidos apresenta diversas vantagens sobre a conservação de germoplasma no campo, destacando-se para a economia de recursos financeiros para a manutenção das coleções, redução de riscos fitossanitários e intempéries climáticas (JESUS SÁ et al., 2011). Além dos benefícios já citados, a cultura de tecidos permite também o armazenamento de grandes quantidades de plantas em pequenos espaços, sem necessidade de manutenção excessiva, quando comparado com plantas localizadas em campo ou em estufas (ENGELMANN, 1991).

Dentre as aplicações da cultura de tecidos, a micropropagação é uma técnica amplamente utilizada que visa o desenvolvimento de novas plantas em um meio artificial sob condições assépticas, a partir de pequenos propágulos (explantes) (PAIVA e PAIVA, 2011). Para obtenção de plantas por meio da micropropagação destacam-se dois processos de regeneração: a organogênese e a embriogênese somática.

A organogênese é uma via de desenvolvimento na qual órgãos vegetais são induzidos a partir de uma ou várias células (ANDRADE, 2002). Este processo é considerado complexo, por atuar uma série de fatores internos e externos, envolvendo a interação entre a fonte do explante, o meio de cultura e fatores do ambiente e reguladores vegetais (XAVIER, WENDLING, SILVA, 2009). O outro processo consiste na embriogênese somática, a qual é caracterizada por um conjunto de etapas em que as células somáticas se diferenciam em embriões. O processo que ocorre com o explante, se assemelha morfológicamente ao que ocorre com embriões zigóticos sem que ocorra fusão de gametas (GEORGE, HALL, KLERK, 2008). A principal vantagem da embriogênese somática é que a regeneração de embriões somáticos pode ocorrer a partir de células individuais, produzindo grande quantidade de propágulos (embriões somáticos), permitindo um elevado grau de automação e redução dos custos por unidade produzida. (BATISTA, 2012).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos visando o estabelecimento de protocolos de micropropagação via organogênese ou embriogênese somática em espécies ameaçadas de extinção e tem demonstrado bons resultados para a conservação de germoplasmas (MARTINS et al., 2011; SHERIF et al. (2018). Simão et al. (2016) estudando a espécie *Billbergia euphemiae* E. Morren, pertencente ao grupo das bromélias o qual possui inúmeras espécies ameaçadas de extinção, estabeleceram um protocolo para a indução de brotos e propagação visando a conservação *in vitro* da espécie devido a intensa degradação de seus habitats naturais. Os resultados apontaram as melhores condições para a micropropagação da espécie, indicando que a organogênese foi observada apenas na base dos explantes foliares, em resposta aos reguladores ANA (ácido naftaleno acético) e ABA (ácido abscísico). Além disso, como a produção de brotações ocorreu por organogênese direta, o uso de explantes foliares para a micropropagação de B.

euphemiae pode ser considerado como uma estratégia complementar para a multiplicação e conservação *in vitro* da espécie.

Com o intuito de conservar *in vitro* o banco de germoplasma, Martins et al. (2011) desenvolveram um protocolo de micropropagação de *Macrosyphonia velame* (St. Hil.) Muell. Arg., uma espécie nativa do Cerrado, pertencente à família Apocynaceae e amplamente utilizada por comunidades tradicionais que habitam este bioma. Por meio dos resultados deste estudo, os autores indicaram que é possível conservar plântulas da espécie em banco de germoplasma *in vitro*, e sugerem que novos estudos deverão ser realizados para otimizar o enraizamento *in vitro*.

De modo semelhante, Sherif et al. (2018) estudaram a embriogênese somática, a aclimatização e a homogeneidade genética de plântulas regeneradas de *Anoectochilus elatus* Lindl., uma orquídea em vias de extinção terrestre. Dessa forma, foi encontrado que o processo de regeneração natural desta espécie é difícil devido ao baixo número de frutos produzidos, problemas na germinação de sementes, crescimento lento e baixa capacidade de suportar condições adversas. Adicionalmente, a análise utilizando primers ISSR (Inter Simple Sequence Repeats), para analisar a homogeneidade genética mostraram que as plantas *in vitro* derivadas tanto de embriogênese somática direta como da indireta apresentaram baixo risco de instabilidade genética da planta mãe. Assim, os autores sugerem que esta técnica pode ser empregada para esta espécie, com potencial para a produção de sementes sintéticas, a criopreservação de germoplasma, fusão de células somáticas para formar híbridos viáveis, conversão gênica e, finalmente, aumentar as populações na natureza.

4 | CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DE GERMOPLASMA

A conservação de plantas *in vitro* consiste no cultivo e renovação das coleções de plantas inteiras ou tecidos em laboratório, utilizando as técnicas de micropropagação. O objetivo deste método é prolongar o período de cultivo ao máximo possível ou estendê-lo indefinidamente. Dentre as vantagens da conservação *in vitro*, podem destacar a redução da mão-de-obra e o espaço necessários, além de proporcionar o fácil acesso a coleção (ROCA et al., 1991; GEORGE, 1993).

Existem dois sistemas básicos de conservação *in vitro*: crescimento lento, caracterizado pela limitação do crescimento para taxas mínimas e a criopreservação mediante o bloqueio total do metabolismo celular. O crescimento lento consiste em reduzir o metabolismo vegetal por meio de alterações no ambiente de cultivo da planta, como, decréscimo na intensidade da luz, fotoperíodo, trocas gasosas e temperatura de incubação da cultura e modificações no meio de cultura (VIEIRA, 2000; ARRIGONI-BLAANK et al., 2014). A criopreservação por sua vez consiste em um processo que interrompe os processos metabólicos, mantendo o material vegetal

viável por décadas, através do congelamento a temperaturas muito baixas com o uso do nitrogênio líquido (WHITELEY et al., 2016). O desenvolvimento de protocolos de criopreservação para plantas nativas do Brasil ainda é limitado e é um desafio para as pesquisas de conservação. Além disso, a maioria dos estudos tem sido direcionados a espécies economicamente importantes (PILLATI et al., 2010).

Espécies ameaçadas de extinção apresentam desafios especiais devido à recalcitrância de suas sementes, fornecimento limitado de germoplasma e falta de conhecimento em relação ao comportamento de armazenamento de sementes, fisiologia adaptativa e respostas de cultura (PILLATI et al., 2010). Com objetivo de buscar alternativas que possibilitem o armazenamento do germoplasma de espécies em risco de extinção, diversos estudos foram desenvolvidos, apresentando resultados importantes para a conservação *in vitro* (JESUS SÁ et al., 2011; CARVALHO et al., 2014; DEMARCHI et al., 2014).

Jesus Sá et al. (2011), estudando a conservação *in vitro* de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), espécie cujas regiões de ocorrência natural vem sofrendo grande pressão antrópica, avaliaram a eficiência do regulador osmótico (manitol) e inibidor ABA na conservação *in vitro* de microestacas visando estabelecer um protocolo de conservação. Os autores mencionam que, apesar do resultado positivo na redução do alongamento das microestacas, fator importante para o processo de conservação *in vitro*, a utilização do manitol não se mostrou viável, visto que aos 90 dias de cultivo *in vitro* foi observado efeito deletério nas microestacas de mangabeira. Já na avaliação do efeito do ácido abscísico, os resultados foram promissores para a conservação *in vitro* de microestacas de plântulas de mangabeira cultivadas em frascos vedados com papel alumínio, apresentando viabilidade para a conservação *in vitro* por um período de 90 dias.

Carvalho et al. (2014) estudaram o armazenamento *in vitro* de uma bromélia ornamental *Acanthostachys strobilacea*, encontrada naturalmente no ameaçado Cerrado brasileiro e na Mata Atlântica. Visando estabelecer um método de armazenamento *in vitro* a curto prazo para *A. strobilacea*, os autores avaliaram as plântulas a 20, 15 e 10 °C (baixas temperaturas) e a 25 °C (controle) por 30, 60 e 90 dias. Os resultados indicaram que a temperatura de 10 °C foi a mais apropriada para o armazenamento *in vitro* e a curto prazo de plantas de *A. strobilacea*. Estas plantas foram aclimatadas com sucesso e apresentaram 100% de sobrevivência com rápido crescimento. Os autores acreditam que as baixas temperaturas podem ser usadas para reduzir a frequência de sub-cultivo e estender o tempo de armazenamento, o que torna esta técnica economicamente viável e valiosa para a conservação desta e de outras espécies tropicais potencialmente ameaçadas.

Demarchi et al. (2014), visando estabelecer um protocolo de criopreservação para culturas embriogênicas de *Araucaria angustifolia*, utilizaram culturas de embriões provenientes de sementes imaturas e tratadas com variações das soluções crioprotetoras SuDG, SoD e PVS2 antes da imersão em nitrogênio líquido. Os

resultados deste estudo sugerem que o protocolo de vitrificação utilizando a solução PVS2 e 40 minutos de imersão em etanol -20 ° C é um procedimento confiável para a criopreservação de células embriogênicas de *A. angustifolia* e o método pode ser aplicado para a conservação de culturas embriogênicas da espécie, abrindo novos horizontes para a conservação *ex situ* de seus recursos genéticos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o grande número de espécies em risco de extinção e a perda da biodiversidade iminente, a conservação *ex situ* é uma estratégia que deve ser utilizada de forma complementar às medidas de conservação *in situ*. A cultura de tecidos tem um grande potencial para contribuir com a conservação da biodiversidade por meio das técnicas de micropropagação e conservação do germoplasma. Estas técnicas apresentam diversas vantagens, como a propagação de espécies que apresentam dificuldade de germinação, disponibilidade para uso do germoplasma quando necessário e economia de recursos financeiros para a manutenção das coleções convencionais.

As pesquisas utilizando a cultura de tecidos na conservação de espécies ameaçadas de extinção têm mostrado bons resultados, abrindo novos horizontes para a conservação *ex situ* dos recursos genéticos. Entretanto, ainda existem muitos desafios, principalmente para as espécies com sementes recalcitrantes. A dificuldade de se preservar espécies que produzem sementes recalcitrantes pode comprometer a variabilidade genética e os programas de conservação e com isso a sustentabilidade da espécie em questão. Assim, ações de pesquisa e desenvolvimento devem ser incentivadas para espécies ameaçadas de extinção e para aquelas com dificuldades de propagação.

REFERENCIAS

ANDRADE, M. W.; LUZ, J. M. Q.; LACERDA, A. S.; MELO, P. R. Micropropagação da Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). **Ciência agrotécnica**, v.24, n.1, p.174-180, 2000.

ANDRADE, S. M. **Princípios da Cultura de tecidos vegetais**. EMBRAPA CERRADOS, 2002.

ARRIGONI-BLAANK, M. F.; TAVARES, F. F.; BLANK, F.; SANTOS, M. C.; MENEZES, T. S. A.; SANTANA, A. D. D. *In vitro* conservation of sweet potato genotypes. **The Scientific World Journal** v. 2014, p.1-7, 2014.

BATISTA, T. R. **Organogênese e embriogênese somática de híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla***. 2012, 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

CARVALHO, J. M. F.; SILVA, M. M. A.; MEDEIROS, M. J. L. **Perda e Conservação dos Recursos Genéticos Vegetais**. EMBRAPA, Campina Grande, 2009.

CARVALHO, V.; SANTOS, D. S.; NIEVOLA, C. C. *In vitro* storage under slow growth and *ex vitro* acclimatization of the ornamental bromeliad *Acanthostachys strobilacea*. **South African Journal of Botany**, v. 92, p.39-43, 2014.

DEMARCHI, G.; STEFENON, V. M.; STEINER, N.; VIEIRA, F.; DAL VESCO, L. L.; GUERRA, M. P. Ultra-low temperature conservation of Brazilian Pine embryogenic cultures. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 4, p. 2057-2063, 2014.

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Preservando o passado e antecipando o futuro: os saberes tradicionais e as tecnologias de ponta em um só compasso**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/recursos-geneticos-e-biotecnologia/apresentacao>>. Acesso em: 08 de agosto de 2019.

ENGELMANN, F. In vitro conservation of tropical plant germplasm—a review. **Euphytica** v. 57, p. 227–243, 1991.

GEORGE, E. F. **Plant propagation by tissue culture**. 2. ed. London: Exegetics, v.1, 1993.

GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; KLERK, G. J. **Plant propagation by tissue culture**. 3rd ed. Dordrecht: The Backgrouns, 2008. v. 1.

HAWKES, J. G., MAXTED, N., e FORD-LLOYD, B. V. **The *ex situ* conservation of plant genetic resources**. Springer Science e Business Media, 2012.

JESUS SÁ, A.; LÉDO, A. S.; LÉDO, C. A. S. Conservação *in vitro* de mangabeira da região nordeste do Brasil. **Ciência. Rural**, v. 41, n. 1, p.57-62, 2011.

JOSE, S. C. B. R. **Manual de curadores de germoplasma - Vegetal: Conservação *ex situ* (Colbase- Sementes)**. Brasília, DF, Embrapa Recursos Energéticos e Biotecnologia, 2010.

MARTINS, L. M.; PEREIRA, A. M. S.; FRANÇA, S. C.; Bianca Waléria BERTONI, B. W. Micropropagação e conservação de *Macrosyphonia velame* (St. Hil.) Muell. Arg. em banco de germoplasma *in vitro*. **Ciência Rural**, v.41, n.3, p.454-458, 2011.

Ministério do meio ambiente. **Atualização das listas de espécie ameaçadas**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-de-extincao/atualizacao-das-listas-de-especies-ameacadas>. Acesso em 04 de maio de 2019.

MORAES, C. F.; SUZIN, M.; NIENOW, A. A.; GRANDO, M. F.; MANTOVANI, N.; CALVETE, E. O; DONIDA, B. T. Germinação *in vitro* de sementes de alcachofra. **Horticultuta Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 64-69, 2010

PAIVA, R.; PAIVA, P. D. O. **Cultura de Tecidos**, UFLA/FAEPE, 2001, 97p.

PAVAN, B. E. Conservação Genética em Espécies Florestais: Importância e Usos da Diversidade. **Anais do VII Workshop em Melhoramento Florestal**, v. 19, n. 40, 2015.

PENCE, V. C.; FINKE, L. R.; CHAIKEN, M. Tools for the *ex situ* conservation of the threatened species, *Cycladenia humilis* var. *jonesii*. **Conservation Physiology**. v. 5, n. 1, p.1-11, 2017

PILATTI, F. K.; AGUIAR, T.; SIMÕES, T.; BENSON, E. E.; VIANA, A. M. In vitro and cryogenic preservation of plant biodiversity in Brazil. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**. v. 47,n. 1, p. 82–98, 2011.

PINHAL, H. F. CARNEIRO, P. A. P.; ANASTÁCIO, M. R.; SILVA, V. J.; MORAIS, T. P.; LUZ, J. M. Q. Aplicações da cultura de tecidos vegetais em fruteiras do Cerrado. **Ciência. Rural**, v. 41, n. 7, p.1136-

1142, 2011.

ROCA, W. M.; ARIAS, D. I.; CHAVÉZ, R. Métodos de conservación in vitro del germoplasma. In: ROCA, W. M.; MROGINSKI, L. A. (Ed.). **Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, p.697-712, 1991.

SHERIF, N. A.; BENJAMIM, J. H. F.; KUMAR, T. S.; RAO, M. V. Somatic embryogenesis, acclimatization and genetic homogeneity assessment of regenerated plantlets of *Anoectochilus elatus* Lindl., an endangered terrestrial jewel orchid. **Plant Cell Tissue Organ Culture**, v. 132, n. p, 303–3162, 2018.

SIMÃO, M. J.; FARIA, D. V.; WERNER, E. T.; TAIS CRISTINA BASTOS SOARES, T. C. B.; GONTIJO, A. B. P. L. Induction of in vitro shoots of *Billbergia euphemiae* E. Morren (Bromeliaceae) from leaf explants. **Acta Scientiarum. Biological Science**, v. 38, n. 2, p. 207-213, 2016.

VIEGAS, M. P.; SILVA, C. L. S.P.; MOREIRA, J. P.; CARDIN, L. T.; AZEVEDO, V. C.; et al., Diversidade genética e tamanho efetivo de duas populações de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All., sob conservação *ex situ*. **Revista Árvore**, v.35, n.4, p.769-779, 2011.

VIEIRA, M. L. C. Conservação de germoplasma in vitro. **Biotecnologia Ciencia e desenvolvimento**, Brasília, DF, v. 3. n. 14, p. 18-20, 2000.

WHITELEY, S. E.; BUNN, E. MENON, A.; MANCERA, R. L. TURNER, S. R. *Ex situ* conservation of the endangered species *Androcalva perlaria* (Malvaceae) by micropropagation and cryopreservation. **Plant Cell Tissue Organ Culture**, v. 125, n. 2, p. 341-352, 2016.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas** - Viçosa: UFV, 2009.

SOBRE A ORGANIZADORA

RENATA MENDES DE FREITAS - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Minas Gerais, concluída em 2011; mestrado em Genética e Biotecnologia (2014) também pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). É Doutora em Ciências (2018) pelo Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e Molecular da Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, na área temática de genética e epidemiologia. Atualmente é professora do ensino a distância na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), no curso de Ciências Biológicas, lecionando a disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I (TCC1) e pós-docanda do Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde desenvolve projetos de pesquisas relacionados à epidemiologia molecular do câncer de mama e tumores pediátricos, incluindo aconselhamento e rastreamento genético de grupos com predisposição ao câncer hereditário.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Abalos sísmicos 96, 98, 99, 102, 103, 104, 107
- Abundância relativa 28, 29, 30, 31, 37
- Anatomia humana 67, 95, 186, 187, 189
- Animais 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 25, 30, 62, 64, 73, 74, 169, 171, 172, 192, 211, 233
- Antropocentrismo 10
- Atividades biológicas 119, 159, 161, 163, 164, 165
- Aulas práticas 24, 59, 92, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138
- Autismo 175, 176, 178, 184, 185
- Aves marinhas 190, 191, 192, 193, 194, 196, 205, 206, 207, 209, 212, 221, 222
- Avifauna 196, 206, 208, 210, 211, 212, 213, 220, 221, 223, 224, 226, 236, 237, 238, 239

B

- Biodegradação 2, 5, 7, 9
- Biodiversidade 8, 28, 29, 30, 38, 39, 47, 48, 49, 50, 54, 55, 116, 159, 160, 169, 190, 211, 237
- Biologia evolutiva 68, 69, 70, 71, 144, 145, 146, 148, 150, 151, 153, 155, 156

C

- Comércio ilegal 10, 13, 14, 15, 20, 21
- Comunidade rural 168, 169

D

- Desastres naturais 96, 98
- Desenvolvimento embrionário 73, 74, 75, 80, 81, 82, 84
- Divulgação científica 57, 58, 64, 67, 152, 155, 157
- Doenças tropicais 139, 140

E

- Ecotoxicidade 2, 3
- Educação especial 174, 175, 184
- Educação não formal 57, 58, 63, 64, 66
- Embriologia humana 131
- Ensino de biologia 69, 144, 155, 156, 174
- Ensino de histologia 95, 137
- Espectrometria de massas 118, 120, 123, 127

F

- Fatores abióticos 109, 110, 111, 112, 116, 192
- Fatores oceanográficos 190, 192
- Flavonóides 120, 162

G

Germoplasma 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

I

Interações ecológicas 24, 168, 172

Interdisciplinaridade 58, 68, 69, 70, 105, 131, 156, 178

J

Jogo pedagógico 40, 44

L

Lacase 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Livro paradidático 144, 146, 147, 148, 151, 153, 155, 156

M

Manguezal 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 172

Material didático 85, 145, 154

Metodologias ativas 23, 27

Micropropagação 47, 51, 52, 54, 55

P

Práticas experimentais 73

Problemas ambientais 23, 24, 25, 26

R

Recursos audiovisuais 23, 177, 185

T

Tefritídeos 109, 110, 113, 115, 116

Terremotos no Brasil 96, 97, 98, 102, 104, 105, 107

V

Variação sazonal 211, 220, 222

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-782-6



9 788572 477826