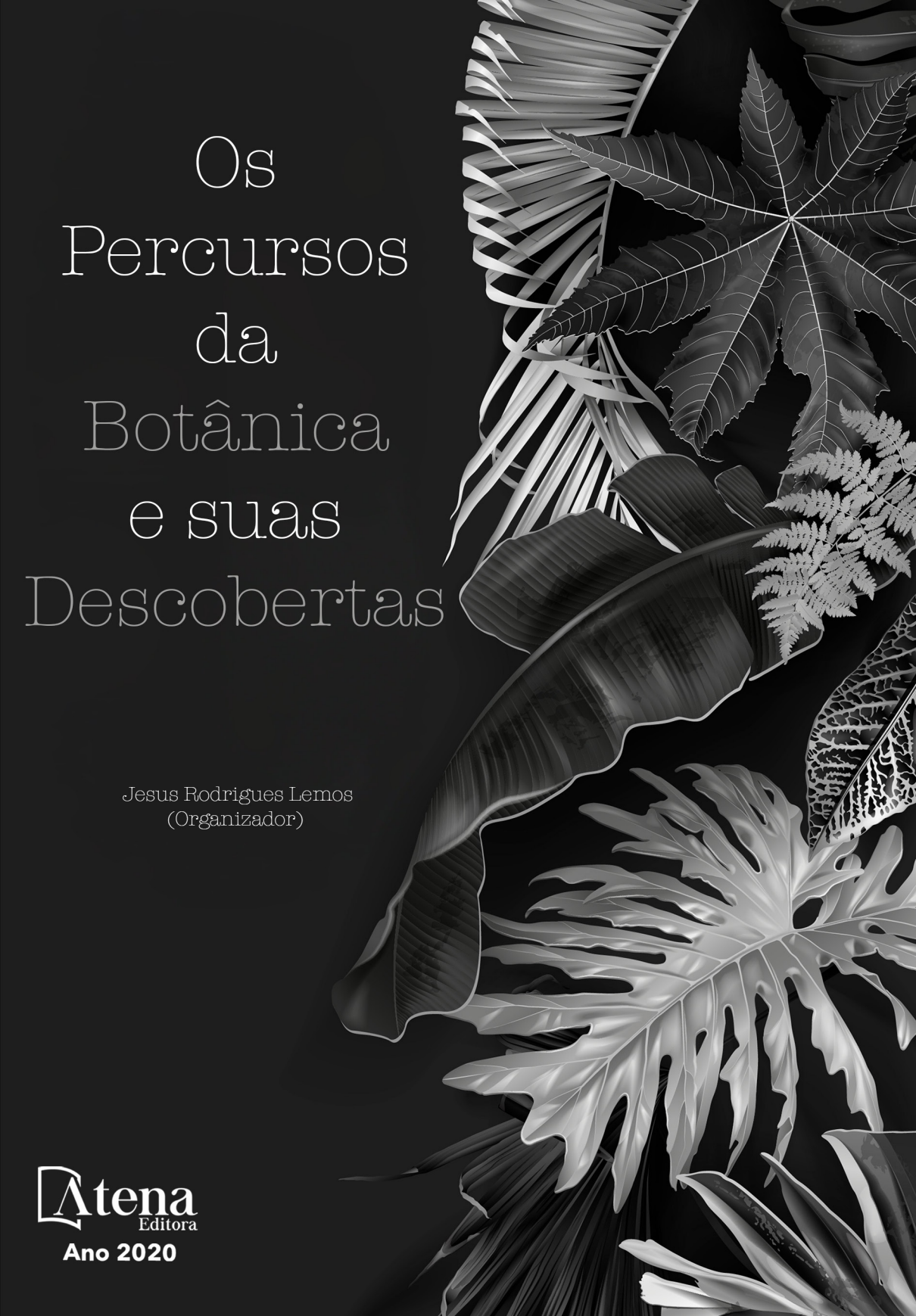


Os  
Percursoos  
da  
Botânica  
e suas  
Descobertas

Jesus Rodrigues Lemos  
(Organizador)



Os  
Percursoos  
da  
Botânica  
e suas  
Descobertas

Jesus Rodrigues Lemos  
(Organizador)

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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 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, 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto 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  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
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  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª 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  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa 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  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

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

### **Linguística, Letras e Artes**

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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. 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  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
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  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Os percursos da botânica e suas descobertas

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Jesus Rodrigues Lemos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)
P429 Os percursos da botânica e suas descobertas [recurso eletrônico] / Organizador Jesus Rodrigues Lemos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-369-9 DOI 10.22533/at.ed.699200410  1. Botânica – Pesquisa – Brasil. 2. Biodiversidade. I. Lemos, Jesus Rodrigues.  CDD 333.9516
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

## APRESENTAÇÃO

As primeiras anotações sobre plantas encontradas nos escritos da antiguidade foram surgindo conforme os conhecimentos empíricos iam sendo acumulados.

Ao longo do tempo, o avanço e o aprimoramento das técnicas de estudos científicos e tecnológicos na área vegetal proporcionaram significativamente o alcance - e acesso - a informações sistematizadas destes organismos, tanto do ponto de vista de Ciência Básica quanto Aplicada.

O *E-book* “Os percursos da Botânica e suas descobertas” perpassa por diversas subáreas deste campo do conhecimento. Assim, nos 15 capítulos constantes nesta obra são trazidas pesquisas Básicas e Aplicadas.

Por questões didáticas, os capítulos foram sequenciados levando-se em consideração os estudos relacionados a aspectos morfológicos; seguidos por anatômicos (histologia vegetal) e estudos de composição florística. Na sequência, são trazidas pesquisas relacionadas a aspectos fisiológicos e ecológicos de espécies em seu ambiente natural; pesquisas referentes a uso de plantas para determinada finalidade; encerrando com investigações de viés didático-pedagógico no que se refere a diferentes vertentes, indo desde o uso de estratégias didáticas na facilitação da aprendizagem; conteúdo de livros didáticos até; percepções mais abrangentes do investigador acerca do ensino de Botânica. Torna-se importante salientar que há, no rol de capítulos desta obra, pesquisa redigida em outra língua, o que contribui para a veiculação e disseminação internacional dos trabalhos deste título, extrapolando o acesso a leitores de outros países.

Assim, contemplando pesquisas no escopo de uma das áreas a qual, como sabemos, corresponde a um dos pilares de um Curso de Ciências Biológicas especificamente, este *E-book* proporciona ao leitor interessado em Botânica a enveredar (e transitar) por diversas possibilidades de instrução e aprendizagem.

Aproveitem e boa leitura!

Jesus Rodrigues Lemos

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

CULTIVO DA MICROALGA *Spirogyra ellipsozona* EM DIVERSAS  
CONCENTRAÇÕES DE *Victoria amazonica*

Erlei Cassiano Keppeler  
Andrei da Conceição Souza  
Jocilene Braga dos Santos  
Mateus de Oliveira Gomes  
Nathan Isacc Vieira Gomes

**DOI 10.22533/at.ed.6992004101**

### **CAPÍTULO 2..... 9**

COMPARAÇÃO MORFOLÓGICA ENTRE DUAS ESPÉCIES EPÍFITAS DO  
GÊNERO *Microgramma* C.PRESL SENSU TRYON & TRYON (POLYPODIACEAE)

Juliana Silva Villela  
Alba Lucilvânia Fonseca Chaves  
Letícia de Almeida Oliveira  
Matheus Bomfim da Cruz  
Jerônimo Pereira de França  
Lucimar Pereira de França

**DOI 10.22533/at.ed.6992004102**

### **CAPÍTULO 3..... 22**

ANÁLISE ANATÔMICA E HISTOQUÍMICA DO JAMBOLÃO (*Syzygium cumini* L. -  
MYRTACEAE)

Bruna Carmo Rehem  
Delmo Guilherme Mosca Neto

**DOI 10.22533/at.ed.6992004103**

### **CAPÍTULO 4..... 31**

ESTUDO ANATÔMICO E HISTOQUÍMICO DE *Tripogandra glandulosa* (Seub.)  
Rohw (COMMELINACEAE) USADA PARA FINS MEDICINAIS NA REGIÃO DO  
ARARI, ITACOATIARA - AM

Deolinda Lucianne Ferreira  
Maria Silvia de Mendonça Queiroz  
Maria Gracimar Pacheco de Araújo  
Branca Flor Murrieta Lescano  
Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro Simão

**DOI 10.22533/at.ed.6992004104**

### **CAPÍTULO 5..... 45**

ESTUDO FARMACOBOTÂNICO DAS ESPÉCIES DE *Emilia* (Cass.) Cass.  
(ASTERACEAE)

Elisa Mitsuko Aoyama  
Fabiane Fonseca Ribeiro  
Luena de Oliveira da Conceição  
Alexandre Indriunas

Marcos Roberto Furlan  
Cynthia Hering Rinnert  
**DOI 10.22533/at.ed.6992004105**

**CAPÍTULO 6..... 58**

**FABACEAE DO NORTE DO PIAUÍ: DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E POTENCIAL ECONÔMICO DE SUAS ESPÉCIES**

Lucas Santos Araújo  
Jesus Rodrigues Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.6992004106**

**CAPÍTULO 7..... 77**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE TRÊS PRAÇAS PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE TEIXEIRA DE FREITAS, BAHIA, BRASIL**

Paulo de Tarso de Jesus Freitas  
Joana Farias dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.6992004107**

**CAPÍTULO 8..... 84**

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE UN REMANENTE DE VEGETACIÓN EN ÁREA URBANA EN EL NORTE DE PIAUÍ, NORESTE DE BRASIL**

Daniela Aguiar Santos  
Jéssica Araujo  
Jorge Izaquiel Alves de Siqueira  
Jesus Rodrigues Lemos

**DOI 10.22533/at.ed.6992004108**

**CAPÍTULO 9..... 98**

**FITÓLITOS DE PLANTAS DO CERRADO**

Raphaella Rodrigues Dias  
Heloisa Helena Gomes Coe  
Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos  
Alex de Carvalho  
Carlos Victor Mendonça Filho  
Karina Ferreira Chueng  
Sarah Domingues Fricks Ricardo  
Leandro de Oliveira Furtado de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.6992004109**

**CAPÍTULO 10..... 117**

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA *Acacia mangium* willd. (Fabaceae, Caesalpinioideae) NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E DIVERSIDADE DE ARBÓREAS DA MATA ATLÂNTICA NO DISTRITO DE HELVÉCIA, BAHIA, BRASIL**

Aryelle Magalhães de Souza  
Jeane Vieira Silva  
Mateus Ricardo de Souza  
Joana Farias dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.69920041010**

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>124</b>
<b>METODOLOGIAS MAIS UTILIZADAS NOS ESTUDOS DE FITOTERÁPICOS PARA O TRATAMENTO DE DIABETES MELLITUS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	
Sarah Leite Gomes Nereide Santos Lisboa Priscila Félix Almeida	
<b>DOI 10.22533/at.ed.69920041011</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>130</b>
<b>MODELO DIDÁTICO DE MORFOLOGIA FLORAL COMO FACILITADOR PARA O ENSINO DE BOTÂNICA</b>	
Elisa Mitsuko Aoyama Luan Ericles Damazio Silva Gabrielle Christini Costa Sant'Anna Leticia Elias Michel Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.69920041012</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>138</b>
<b>FISIOLOGIA VEGETAL: UMA COMPARAÇÃO DO CONTEÚDO DE TRÊS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO</b>	
Luana Lima Guimarães Cibele Castro Monteiro Bruno Edson-Chaves Oriél Herrera Bonilla	
<b>DOI 10.22533/at.ed.69920041013</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>159</b>
<b>INVESTIGAÇÃO E PRÁTICA DO ENSINO DE BOTÂNICA NO NÍVEL FUNDAMENTAL: UMA COMPARAÇÃO ENTRE ESCOLA PÚBLICA E PRIVADA</b>	
Maria Júlia Alves Araújo Emília Ordones Lemos Saleh	
<b>DOI 10.22533/at.ed.69920041014</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>173</b>
<b>O ENSINO DE BOTÂNICA NO CONTEXTO FORMATIVO DE GRADUANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DE UMA UNIVERSIDADE PÚBLICA BRASILEIRA</b>	
Carlos Erick Brito de Sousa Luana Antônia Gonçalves de Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.69920041015</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>186</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>187</b>

# CAPÍTULO 9

## FITÓLITOS DE PLANTAS DO CERRADO

Data de aceite: 26/08/2020

Data de submissão: 05/06/2020

**Leandro de Oliveira Furtado de Sousa**

Universidade Federal Rural do Semiárido  
Mossoró – Rio Grande do Norte  
<http://lattes.cnpq.br/8157923398404157>

**Raphaella Rodrigues Dias**

Universidade Federal Fluminense  
Niterói - Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/3467716393928549>

**Heloisa Helena Gomes Coe**

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
São Gonçalo – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/6581517407434571>

**Alessandra Mendes Carvalho Vasconcelos**

Universidade Federal dos Vales do  
Jequitinhonha e Mucuri  
Diamantina – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/0866233506189933>

**Alex de Carvalho**

Instituto Federal de Minas Gerais  
Ouro Preto – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/5897206651716922>

**Carlos Victor Mendonça Filho**

Universidade Federal dos Vales do  
Jequitinhonha e Mucuri  
Diamantina – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/9251503287241388>

**Karina Ferreira Chueng**

Universidade Federal Fluminense  
Niterói - Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/2781873086686862>

**Sarah Domingues Fricks Ricardo**

Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/5319602846889223>

**RESUMO:** Silicofitólitos são biomineralizações de sílica que se precipitam no interior ou entre as células vegetais durante os processos metabólicos, conferindo à planta uma série de benefícios e vantagens evolutivas. O bioma Cerrado cobre cerca de 22% do território brasileiro e é considerado como um hotspot mundial de biodiversidade. Apresenta extrema abundância de espécies endêmicas e sofre com a perda de habitat. Do ponto de vista da diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas. Existe uma grande diversidade de habitats, que determinam uma notável alternância de espécies entre diferentes fitofisionomias. Neste trabalho foram analisadas 27 plantas de 13 famílias com o objetivo de identificar e caracterizar a presença de fitólitos em espécies do Cerrado, a fim de estabelecer coleções de referência modernas que permitirão realizar posteriores estudos de reconstituição ambiental que utilizem esse indicador, contribuindo, assim, para um melhor conhecimento deste bioma. As amostras foram coletadas na Serra do Espinhaço Meridional, no estado de Minas Gerais. Os resultados mostraram que as plantas do Cerrado, em geral, produzem muitos fitólitos, predominando os tipos traqueídeos, poliédricos, *elongate*, *bilobate* e *bulliform*. Pode-se observar

também uma grande silicificação de tricomas, o que pode ser uma adaptação da vegetação ao ambiente. Entretanto, cabe ressaltar que houve uma considerável variação na quantidade e tipos entre as espécies, indicando a necessidade de mais estudos sobre a produção de fitólitos por plantas do Cerrado. Os fitólitos se mostraram ferramentas promissoras para o melhor conhecimento da vegetação da região, bem como sua utilização para estudos paleoambientais no bioma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerrado, biomineralizações, plantas, silicofitólitos.

## PHYTOLITHS FROM PLANTS OF THE *CERRADO*

**ABSTRACT:** Silicophytoliths are biomineralizations of silica that precipitate inside or between plant cells during metabolic processes, giving the plant a series of benefits and evolutionary advantages. The *Cerrado* biome covers about 22% of Brazilian territory and is considered a global biodiversity hotspot. It presents an extreme abundance of endemic species and suffers from habitat loss. From the point of view of biological diversity, the Brazilian *Cerrado* is recognized as the richest savanna in the world, housing 11,627 species of previously cataloged native plants. There is a great diversity of habitats, which determine a remarkable alternation of species between different phytophysionomies. In this study, 38 plants from 15 families were analyzed in order to identify and characterize the presence of phytoliths in species from the *Cerrado*, in order to establish modern reference collections that will enable further environmental reconstruction studies using this indicator, thus contributing to a better understanding of the biome. The samples were collected from the Serra do Espinhaço Meridional, in Minas Gerais. The results showed that, in general, *Cerrado* plants produce many phytoliths, with tracheid, polyhedral, elongate, bilobate and bulliform types predominating. It is also possible to observe a great silicification of trichomes, which may be an adaptation of the vegetation to the environment. However, it should be noted that there was a considerable variation in quantity and types between species, indicating the need for further studies on the phytolith production by plants in the *Cerrado*. Phytoliths have shown to be promising tools for better understanding of the region's vegetation, as well as for use in paleoenvironmental studies on the biome.

**KEYWORDS:** *Cerrado*, biomineralizations, plants, silicophytoliths.

## 1 | INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo analisar a presença de fitólitos em plantas provenientes de diferentes fitofisionomias na área ocupada pelo bioma Cerrado, no estado de Minas Gerais, visando à melhor compreensão acerca dessa vegetação e do processo de biomineralização de sílica nela envolvido, a fim de estabelecer coleções de referência modernas que permitirão realizar posteriores estudos de reconstituição ambiental que utilizem esse indicador, contribuindo, assim, para um melhor conhecimento deste bioma.

## 1.1 Fitólitos

Fitólitos são partículas de opala ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) microscópicas (<60–100  $\mu\text{m}$ ) que se formam por precipitação de sílica amorfa dentro ou entre as células das plantas vivas (PIPERNO, 1988). Resultam de um processo de biomineralização, onde as células do tecido vegetal servem como estrutura para introdução de íons, que ali se precipitam e se cristalizam. Assim, a forma dos fitólitos é bem semelhante à forma da célula em que foi formado, portanto, a célula funciona como um “molde” para os fitólitos (COE *et al.*, 2014a).

### Onde são produzidos os fitólitos

Os fitólitos são produzidos principalmente nas folhas, por serem estruturas onde ocorre o processo de evapotranspiração (intensificando a absorção da sílica com o aumento da temperatura do ambiente). Também podem ser produzidos nos troncos de árvores e arbustos, ou ainda nas raízes. A maior parte da sílica solúvel é transportada para estruturas aéreas, o que resulta em uma grande impregnação tanto na parte vegetativa quanto reprodutiva, até mesmo em órgãos mais internos (PIPERNO, 2006).

A precipitação da sílica ocorre principalmente na epiderme, no mesófilo das gramíneas e no xilema secundário das dicotiledôneas lenhosas. Também são encontradas quantidades expressivas de células buliformes silicificadas, presentes em grande quantidade no mesófilo das gramíneas, tendo a função de diminuir a evapotranspiração nas horas mais quentes do dia, através do movimento de abrir ou fechar as folhas (WELLE, 1976).

### Porque as plantas produzem fitólitos

A produção de sílica nos tecidos das plantas é influenciada por fatores genéticos e ambientais. A formação dos fitólitos nas plantas promove o suporte mecânico para as células, dá força aos órgãos e estruturas das plantas, protege a planta contra herbívoros e parasitas, como fungos patogênicos, e neutraliza ânions e cátions danosos para as plantas, como por exemplo, o alumínio. Ao mesmo tempo, os fitólitos diminuem o citoplasma e o vacúolo da célula, diminuindo assim o conteúdo de água (COE *et al.*, 2014a).

De acordo com Okuda e Takahashi (1964), a sílica permite que a folha fique mais ereta, aumentando a captação de luz, e conseqüentemente, sua atividade fotossintética. Segundo Epstein (1994), o dióxido de sílica pode amenizar os efeitos tóxicos de metais pesados que são absorvidos juntamente com a água, como o alumínio e manganês.

A senescência também desempenha um papel importante na deposição de Si: as plantas mais velhas contêm uma quantidade de Si substancialmente mais



elevada que as jovens (DIAS *et al.*, 2019). Isso ocorre talvez devido ao fato de que plantas mais novas necessitem expandir suas células, logo não seria vantajoso ter muitas células silicificadas nesta fase, e sim quando estão mais velhas (COLEY e BARONE, 1996).

### Principais famílias produtoras

A produção de fitólitos pelas plantas não ocorre de forma igual em todas as espécies. A planta é considerada uma boa produtora de fitólitos quando nela há uma alta taxa de solidificação de sílica independentemente do ambiente (PIPERNO, 1988). A família das Poaceae produz 20 vezes mais fitólitos que as dicotiledôneas lenhosas, sendo a maior produtora de fitólitos. Nela, os fitólitos são particularmente abundantes, atingindo de 1 a 5% de Si do peso seco e podem ser classificados em nível de subfamília, devido a sua grande produção e morfotipos (WEBB e LONGSTAFFE, 2000).

A Cyperaceae e outras famílias de monocotiledôneas como Marantaceae, Zingiberaceae, Orchidaceae, Arecaceae e Musaceae também acumulam sílica. Um número considerável de espécies de famílias de dicotiledôneas tropicais também produz fitólitos, por exemplo, Acanthaceae, Annonaceae, Bignoniaceae, Burseraceae, Chrysobalanaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Magnoliaceae, Moraceae, Malvaceae (BOZARTH, 1992).

## 1.2 Cerrado

### Características gerais

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro em extensão, com aproximadamente 200 milhões de hectares, ou seja, cerca de 25% do território nacional, ficando atrás apenas das florestas tropicais úmidas. Sua área *core* desenvolve-se nos planaltos do Brasil Central, tendo suas disjunções na Amazônia Setentrional, no interior do Nordeste, na Bacia do Rio Paraná e na Região Sudeste (CONCEIÇÃO *et al.*, 2011). O termo Cerrado é comumente utilizado para designar o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil Central (Figura 1). O Cerrado possui uma rica biodiversidade. Estima-se que esse ambiente seja habitat de mais de 10 mil espécies vegetais, 837 de aves e 161 de mamíferos, além de uma infinidade outros seres (EITEN, 1977).

Apesar de toda sua riqueza natural, segundo a *International Conservation* (IC), o Cerrado já figura na relação dos 17 ecossistemas mais degradados do planeta (*hot spots*), precisando urgentemente de medidas que compatibilizem o desenvolvimento com a manutenção da sua biodiversidade. Cerca de 80% do Cerrado já foi modificado pelo homem, e somente 19% dele corresponde a áreas-fragmento nas quais a vegetação original ainda se encontra em bom estado (CONCEIÇÃO *et al.*, 2011).

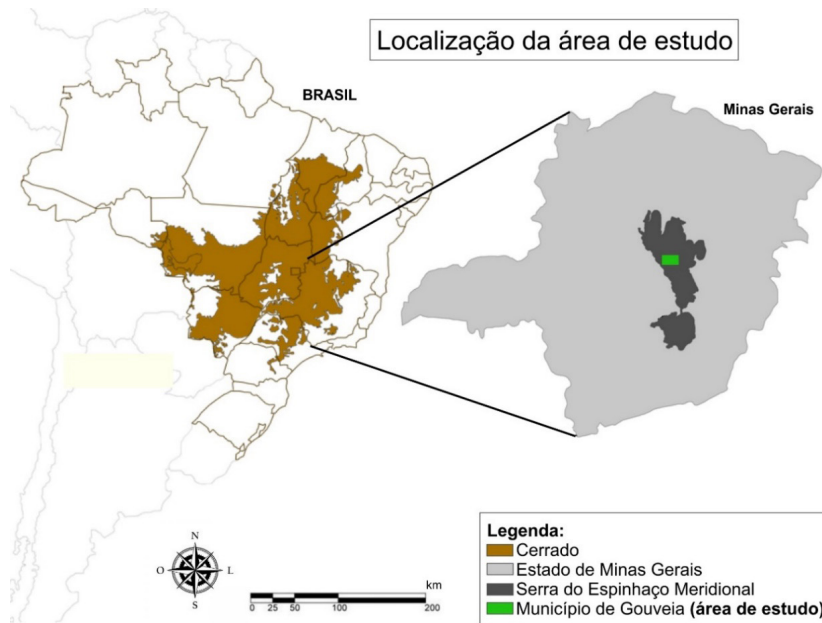


Figura 1: Área ocupada pelo Cerrado no Brasil, com destaque para a área amostrada na Serra do Espinhaço Meridional.

## Clima

O clima do Cerrado é sujeito à alternância entre estações secas e estações chuvosas, bem marcadas e com elevada evaporação e umidade, alta pluviosidade e intensa lixiviação (BIGARELLA *et al.*, 1994). De acordo com a classificação de Köppen (NIMER e BRANDÃO, 1989), o clima da região é do tipo Cwb-mesotérmico, caracterizado por verões brandos e úmidos (outubro a abril), invernos mais frescos e secos (junho a agosto) e curtas transições nos meses de maio e setembro. A precipitação e a temperatura médias anuais variam de 1250 mm a 1550 mm e 18° a 19°C, respectivamente.

Considerando as características climáticas, Piló (1998) avalia que, para o clima tropical, no início do período de balanço negativo, no mês de abril, começa a retirada de água do solo. A maior deficiência hídrica no clima tropical acontece em agosto-setembro, sendo em outubro o início das chuvas. Porém, apenas em dezembro (em alguns períodos em novembro), começa o excedente hídrico que segue até março. O período entre dezembro e fevereiro, o de maior excedente hídrico é o de maior escoamento superficial, subsuperficial e atividade subterrânea.

## Vegetação

Em Minas Gerais, o Bioma Cerrado compreende 57% do território, dominando

as porções de centro, centro-oeste e noroeste. É provavelmente a mais antiga formação vegetal no Estado, podendo remontar ao período Cretáceo, antes da separação do supercontinente Gondwana (RATTER *et al.*, 1997). Os remanescentes de Cerrado que existem nos dias de hoje desenvolveram-se sobre solos muito antigos, intemperizados, ácidos, depauperados de nutrientes, mas que possuem concentrações elevadas de alumínio (muitos arbustos e árvores nativos do Cerrado acumulam o alumínio em suas folhas – HARIDASAN, 1982). Esta pode ser uma das justificativas para a elevada produção de fitólitos pelas plantas do Cerrado, pois estes servem para aprisionar o alumínio, não gerando danos à planta.

Segundo Maack (1968), o bioma Cerrado possui espécies vegetais desde rasteiras como, gramíneas e ervas baixas às de grande e médio porte como, arbustos e árvores. Caracteriza-se pela presença de árvores baixas, tortuosas, retorcidas, de troncos fendidos ou sulcados com cascas grossas, e folhas rígidas e coriáceas. Pode apresentar variações quanto à predominância dos estratos vegetais, sendo que a cobertura arbórea varia de 70% a 5% (RIBEIRO e WALTER, 1998).

O número de plantas vasculares é superior àquele encontrado na maioria das regiões do mundo: plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós somam mais de 7.000 espécies (MENDONÇA *et al.*, 1998). 44% da flora é endêmica e, nesse sentido, o Cerrado é a mais diversificada savana tropical do mundo. Existe uma grande diversidade de habitats e alternância de espécies (KLINK e MACHADO, 2005).

A cobertura vegetal da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) é formada por um mosaico de fitofisionomias, que incluem formações florestais associadas aos cursos d'água ou áreas de baixadas, geralmente representadas por florestas estacionais semidecíduas e distintas fisionomias savânicas. Nas áreas de maior altitude predominam as formações campestres, verificando-se acima de 900 m de altitude a ocorrência da flora típica de campo rupestre (RAPINI *et al.*, 2008).

A riqueza florística relatada para a SdEM, bem como os endemismos encontrados nos campos rupestres devem-se, em parte, à natureza insular de suas montanhas e às condições ambientais especiais às quais está submetida (GIULIETTI *et al.*, 1997). De acordo com Lohmann e Pirani (1996) essa região constitui o centro de diversidade genética de gêneros de Asteraceae, Fabaceae, Ericaceae e Melastomataceae, ou mesmo de famílias inteiras como Velloziaceae, Eriocaulaceae e Xyridaceae.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas no município de Gouveia, MG, na parte da SdEM ocupada pelo bioma de Cerrado. Foram coletadas 27 espécies de 13 famílias

(Tabela 1 e Figura 2).

*Seleção de espécies:* o critério foi a escolha de espécies predominantes na área de estudo e comuns no Cerrado. O material coletado fértil foi herborizado segundo técnicas usuais em taxonomia e as exsicatas incorporadas ao acervo do Herbário DIAM da UFVJM. O nome das espécies e autores, bem como a estimativa de número de espécies para o Bioma cerrado estão de acordo com a lista de espécies da Flora do Brasil 2020.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	COORDENADAS	ALTITUDE
1 Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	18°25'45.80"S/43°46'6.20"O	500 m
2 Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i> Malme	18°35'18.80"S/43°50'59.10"O	984 m
3 Asteraceae	<i>Ageratum fastigiatum</i> (Gardner) R.M.King & H.Rob.	18°36'34.80"S/43°53'6.80"O	1120 m
4 Asteraceae	<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	18°35'18.80"S/43°50'59.10"O	984 m
5 Asteraceae	<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish	18°26'06.60"S/43°45'03.02"O	855 m
6 Cyperaceae	<i>Fimbristilis</i> sp.	18°25'45.80"S/43°46'6.20"O	500 m
7 Fabaceae	<i>Chamaecrista rotundata</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	18°36'34.80"S/43°53'6.80"O	1120 m
8 Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	18°25'45.80"S/43°46'6.20"O	500 m
9 Fabaceae	<i>Crotalaria unifoliolata</i> Benth.	18°25'45.80"S/43°46'6.20"O	500 m
10 Fabaceae	<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	18°26'06.60"S/43°45'03.02"O	855 m
11 Fabaceae	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	18°26'06.60"S/43°45'03.02"O	855 m
12 Fabaceae	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	18°25'45.80"S/43°46'6.20"O	500 m
13 Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris flexuosa</i> (Schrad.) Underw.	18°35'18.80"S/43°50'59.10"O	984 m
14 Lauraceae	<i>Ocotea percoriacea</i> Kosterm.	18°35'18.80"S/43°50'59.10"O	984 m
15 Lycopodiaceae	<i>Palhinhaea cernua</i> (L.) Franco & Vasc.	18°36'34.80"S/43°53'6.80"O	1120 m
16 Malpighiaceae	<i>Byrsonima</i> sp.	18°25'45.80"S/43°46'6.20"O	500 m
17 Melastomataceae	<i>Miconia ferruginata</i> DC.	18°24'57.30"S/43°46'43.40"O	1082 m
18 Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	18°35'18.80"S/43°50'59.10"O	984 m
19 Melastomataceae	<i>Pleroma candolleianum</i> (Mart. ex DC.) Triana	18°25'45.80"S/43°46'6.20"O	500 m
20 Melastomataceae	<i>Pleroma heteromallum</i> (D. Don) D.Don	18°35'18.80"S/43°50'59.10"O	984 m
21 Melastomataceae	<i>Tibouchina sebastianopolitana</i> Cogn.	18°36'34.80"S/43°53'6.80"O	1120 m
22 Myrtaceae	<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	18°26'06.60"S/43°45'03.02"O	855 m
23 Myrtaceae	<i>Eugenia dysenterica</i> (Mart.) DC.	18°26'06.60"S/43°45'03.02"O	855 m
24 Onagraceae	<i>Ludwigia leptocarpa</i> (Nutt.) H.Hara	18°25'45.80"S/43°46'6.20"O	500 m
25 Onagraceae	<i>Ludwigia myrtifolia</i> (Cambess.) H.Hara	18°36'34.80"S/43°53'6.80"O	1120 m
26 Poaceae	<i>Aristida</i> sp.	18°36'34.80"S/43°53'6.80"O	1120 m
27 Poaceae	<i>Brachiaria</i> sp.	18°35'18.80"S/43°50'59.10"O	984 m

Tabela 1: Plantas coletadas para o estudo dos fitólitos



Figura 2: Plantas coletadas para o estudo dos fitólitos. Os números nas fotos correspondem aos indicados na Tabela 1.

*Extração dos fitólitos:* folhas, pequenos galhos e inflorescências foram lavados com água destilada, secos na estufa a 60° por 48h e picados. Pesou-se 3 g

de material seco de cada espécie para extração dos fitólitos através da eliminação da matéria orgânica com uma solução de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), aquecendo-se o material a 250°C durante, pelo menos, 3 horas. Após resfriar até temperatura ambiente, acrescentou-se 10 ml de Peróxido de Hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). As amostras foram centrifugadas e lavadas até chegar ao pH entre 5 e 7.

**Contagem:** do material decantado foram pipetados 75µl. Foram feitos dois tipos de lâminas: provisórias com Glicerol (para observação 3D) e permanentes com Entellan® (para arquivamento). A contagem e classificação dos fitólitos foi realizada no microscópio óptico polarizador Zeiss Axio Scope A1, observando-se 3 transectos de cada lâmina, utilizando-se magnificação de 500x e 630x. A produção de fitólitos foi classificada, baseada na contagem de 3 transectos horizontais, como muito alta (> 300 fitólitos), alta (100–300 fitólitos), média (50–100 fitólitos), baixa (10–50 fitólitos) ou rara (< 10 fitólitos) (RICARDO *et al.*, 2018).

**Tipos de fitólitos:** os fitólitos identificados foram nomeados de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura de Fitólitos (ICPN 1.0, MADELLA *et al.*, 2005).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Família Anacardiaceae

Com 70 gêneros e 600 espécies, a família Anacardiaceae é principalmente pantropical, com poucas espécies em regiões temperadas. Espécies como *Mangifera indica* (manga) e *Spondias* (umbu, cajá) têm frutos comestíveis, assim como as sementes torradas de *Anacardium occidentale* (caju). Várias outras espécies/gêneros são utilizadas nas mais diversas áreas como em produção de bebidas, produção de verniz negro, além de ornamentação e importância medicinal (JUDD *et al.*, 2009). No cerrado ocorrem 9 gêneros e cerca de 24 espécies.

***Tapirira guianensis* (1)** (Figura 2): Alta produção de fitólitos poliédricos articulados e traqueídeos silicificados. Também foram encontradas algumas bases de tricomas silicificados (Figura 3). Ricardo *et al.* (2018) também encontraram alta produção para outra espécie desta família (*Anacardium occidentale*), com predominância de traqueídeos e *unciform hair cell*.

### 3.2 Família Apiaceae

A família Apiaceae é composta geralmente por ervas aromáticas, utilizadas principalmente como plantas alimentícias e especiarias. Família amplamente distribuída, em regiões tropicais a temperadas, com 434 gêneros e 3780 espécies (JUDD *et al.*, 2009). Para o cerrado são registrados 4 gêneros e cerca de 28 espécies.

***Eryngium horridum* (2)** (Figura 2): Não foram observados fitólitos. Piperno

(2006) também não observou fitólitos nessa família.

### 3.3 Família Asteraceae

A família Asteraceae é uma das maiores famílias botânicas, composta por ervas, arbustos ou árvores. Possui numerosas plantas alimentícias e ornamentais, também com muitas espécies que são pragas agrícolas importantes (JUDD *et al.*, 2009). Fazem parte desta família, por exemplo, o girassol, a chicória e o alface. Com distribuição cosmopolita, possui cerca de 1535 gêneros e mais de 23000 espécies. O cerrado possui 188 gêneros e 1229 espécies de Asteraceae registrados.

***Ageratum fastigiatum* (3)** (Figura 2): Presença de fitólitos do tipo *globular granulate* e poliédricos articulados. Esta espécie apresentou baixa produção de fitólitos. Piperno (1988) encontrou produção geralmente alta em espécies de Asteraceae (Figura 3).

***Baccharis crispa* (4)** (Figura 2): Presença de fitólitos dos tipos poliédricos (articulados) e *elongates*. Estômatos, traqueídeos e bases de tricoma silicificadas, tricomas do tipo *unciform*. Produção alta (Figura 3).

***Eremanthus erythropappus* (5)** (Figura 2): Produção média de fitólitos do tipo *bilobate* e *papillae* (Figura 3).

### 3.4 Família Cyperaceae

As plantas da família Cyperaceae são ervas, geralmente rizomatosas. São cosmopolitas, frequentes, mas não exclusivas, em locais encharcados. Apresenta 104 gêneros e 4500 espécies. Cyperaceae possui corpos silicosos de formato cônico característico (produzindo fitólitos do tipo *papillae*), que as distinguem de todas as outras monocotiledôneas. Eram utilizadas para produção de papel pelos egípcios, servindo também como alimentação e fonte de fibras. As raízes de algumas espécies do gênero *Scirpus* são utilizadas na medicina indiana (JUDD *et al.*, 2009). Até o momento foram registrados 17 gêneros e 329 espécies para o cerrado.

***Fimbristilis sp.* (6)** (Figura 2): Produção alta de fitólitos do tipo *papillae*. Alguns *elongate psilate* (Figura 3).

### 3.5 Família Fabaceae

A família Fabaceae possui ampla distribuição geográfica, sendo a terceira maior família de angiospermas, apresentando cerca de 770 gêneros e mais de 19.500 espécies, distribuídas em seis subfamílias, ficando atrás apenas de Asteraceae e Orchidaceae (AZANI *et al.*, 2017). Fabaceae é a segunda família em importância econômica, ficando atrás somente da Poaceae (BARROSO, 1991). Dentre seus gêneros com importância alimentícia, pode-se citar o *Arachis* (amendoim), *Cajanus* (feijão-guandu), *Cicer* (grão-de-bico), *Glycine* (soja), *Inga* (ingá), *Lens* (lentilha), *Phaseolus* (feijão), *Pisum* (ervilha) e *Tamarindus* (tamarindo). No cerrado encontram-

se cerca de 1263 espécies divididas em 137 gêneros.

***Chamaecrista rotundata* (7)** (Figura 2): Produção rara de fitólitos do tipo *bulliform parallelepipedal*. Ricardo (2018) encontrou, para outra espécie deste gênero, produção muito alta com predominância de traqueídeos, alguns poliédricos, estômatos e raros *globular granulate* (Figura 3).

***Copaifera langsdorffii* (8)** (Figura 2): Não foram observados fitólitos.

***Crotalaria unifoliolata* (9)** (Figura 2): Presença de traqueídeos silicificados, tricomas do tipo *acicular* e poliédricos articulados. Produção média (Figura 3).

***Enterolobium gummiferum* (10)** (Figura 2): Produção rara de traqueídeos silicificados (Figura 3).

***Hymenaea stigonocarpa* (11)** (Figura 2): Não foram observados fitólitos.

***Stylosanthes guianensis* (12)** (Figura 2): Presença de tricomas do tipo *lanciolate*, *elongate psilate* e traqueídeos silicificados. Produção rara (Figura 3).

### 3.6 Família Gleicheniaceae

A família Gleicheniaceae contém 6 gêneros e cerca de 125 espécies, muitas sendo colonizadoras de áreas perturbadas. *É uma família relativamente primitiva, pois existem fósseis que remontam ao Período Jurássico (cerca de 150 a 200 milhões de anos atrás). O grupo está mais diversificado no Paleotrópico, mas também está bem representada em regiões mais quentes do Novo Mundo (COSTA et al., 2020).* O cerrado possui 3 gêneros e 6 espécies da família.

**13) *Dicranopteris flexuosa* (13)** (Figura 2): Predominância de fitólitos do tipo *puzzle*. Alguns traqueídeos silicificados. Raros globulares. Produção baixa (Figura 3).

### 3.7 Família Lauraceae

A família Lauraceae, família do louro, da canela e da cânfora, é representada por árvores, arbustos e plantas parasíticas. Amplamente distribuída em regiões tropicais e sub tropicais, características de florestas tropicais e úmidas. Possui 50 gêneros e, aproximadamente, 2500 espécies (JUDD et al., 2009). O cerrado possui cerca de 100 espécies divididas em 11 gêneros.

**14) *Ocotea percoriacea* (14)** (Figura 2): Predominância de fitólitos do tipo poliédrico. Presença de tricomas grandes do tipo *lanciolate*. Alguns traqueídeos e estômatos silicificados. Produção alta. Piperno (1988) classificou esta família como produção rara de fitólitos (Figura 3).

### 3.8 Família Lycopodiaceae

A família **Lycopodiaceae** é constituída por plantas terrestres ou epífitas, em geral de 5-20 cm de altura, com algumas epífitas pendentes de até 2m. São plantas cosmopolitas, raras em ambientes áridos, mais diversificadas em ambientes tropicais montanos. Possui cerca de 380 espécies identificadas. Esta família não



apresenta importância econômica significativa, porém seus esporos possuem compostos oleosos e inflamáveis que são utilizados desde a Idade Média (JUDD *et al.*, 2009). O cerrado possui 4 gêneros e cerca de 14 espécies.

**15) *Palhinhaea cernua* (15)** (Figura 2): Presença de fitólitos dos tipos *elongate psilate* (livres e articulados), tricomas dos tipos *lanciolate* e *acicular*, traqueídeos silicificados e *globular psilate*. Produção média (Figura 3).

### 3.9 Família Malpighiaceae

A família Malpighiaceae é mais ou menos pantropical, especialmente diversa na América do Sul. Possui 66 gêneros e 1.200 espécies. A espécie *Malpighia emarginata*, a acerola, contém grandes quantidades de vitamina C e é amplamente utilizada para consumo. Gêneros como *Malpighia*, *Stigmaphyllon*, *Galpimhia* e *Byrsonia* possuem espécies ornamentais (JUDD *et al.*, 2009). O cerrado possui 28 gêneros e cerca de 237 espécies.

***Byrsonia sp.* (16)** (Figura 2): Não foram observados fitólitos. Piperno (2006) também não observou fitólitos para essa família. Santos *et al.* (2015) também não observaram fitólitos em *Heteropteris chrysophylla* e raros traqueídeos e esqueletos de sílica e complexos estomáticos em células da epiderme de *Stigmaphyllon paralias* na restinga de Maricá, RJ, Ricardo *et al.* (2018) encontraram raros poliédricos e *globular granulate* em uma *Byrsonia sp.* na caatinga do Rio Grande do Norte.

### 3.10 Família Melastomataceae

A família Melastomataceae, também conhecida como família da quaresmeira, é composta por árvores, arbustos, lianas ou ervas. Representada por 150 gêneros e 3000 espécies identificadas, com distribuição Pantropical, são frequentemente plantas heliófitas (que necessitam de total exposição solar) características dos primeiros estágios sucessionais. Alguns gêneros apresentam espécies ornamentais com flores e/ou folhas vistosas. Pode-se citar como principais gêneros *Miconia*, *Tibouchina*, *Medinilla* e *Leandra* (JUDD *et al.*, 2009). O Cerrado possui 35 gêneros e 505 espécies de Melastomataceae.

***Miconia ferruginata* (17)** (Figura 2): Não foram observados fitólitos.

***Miconia theaezans* (18)** (Figura 2): Presença de fitólitos do tipo *globular granulate* e *elongate psilate*. Produção rara (Figura 3).

***Pleroma candolleianum* (19)** (Figura 2): Não foram observados fitólitos.

***Pleroma heteromallum* (20)** (Figura 2): Presença de fitólitos do tipo *bilobate* e *elongate*, além de fitólitos do tipo *bulliform cuneiform* e *globular echinate*. Produção rara (Figura 3).

***Tibouchina sebastianopolitana* (21)** (Figura 2): Presença de muitos esclereídeos silicificados (células do esclerênquima), fitólitos dos tipos *elongate*

*psilate*, *bilobate* e pedaços de tricomas do tipo *lanciolate*. Produção alta. Piperino (1998) classifica esta família como de produção rara (Figura 3).

### 3.11 Família Myrtaceae

A família Myrtaceae é pantropical e está presente em uma grande diversidade de habitats. Possui 144 gêneros e 4.630 espécies. É uma família de grande importância econômica. Seus representantes incluem *Eucalyptus*, uma grande fonte de madeira, óleos aromáticos e antissépticos, além de muitas espécies com frutos comestíveis, como *Psidium guajava* (goiaba), *Syzygium jambos* (jambo rosa), *S. malaccense* (jambo), *Myrciaria cauliflora* (jaboticaba), *Eugenia uniflora* (pitanga) e *Acca sellowiana* (feijoa) (JUDD *et al.*, 2009). No Cerrado encontram-se cerca de 248 espécies divididas em 17 gêneros.

***Campomanesia adamantium* (22)** (Figura 2): Não foram observados fitólitos.

***Eugenia dysenterica* (23)** (Figura 2): Produção alta de fitólitos do tipo poliédricos articulados. Alguns fitólitos do tipo *papillae* (Figura 3).

### 3.12 Família Onagraceae

A família **Onagraceae** é representada por plantas que vão desde ervas a arbustos, ocasionalmente árvores. Amplamente distribuída e especialmente diversa no oeste da América do Norte e América do Sul. Representada por 18 gêneros e por volta de 655 espécies, sendo os principais gêneros: *Oenothera*, *Epilobium*, *Fuchsia* e *Ludwigia*. Alguns gêneros são utilizados como plantas ornamentais por causa de suas flores vistosas (JUDD *et al.*, 2009). No cerrado são encontrados 2 gêneros e 26 espécies da família.

***Ludwigia leptocarpa* (24)** (Figura 2): Produção rara de tricomas do tipo acicular e poliédricos articulados (Figura 3).

***Ludwigia myrtifolia* (25)** (Figura 2): Presença predominante de fitólitos do tipo *puzzle* que fazem um complexo bem grande, articulados com os globulares, hexágonos em sua maioria. Produção média (Figura 3).

### 3.13 Família Poaceae

A família Poaceae é composta por gramíneas, com aproximadamente 650 gêneros e mais de 9700 espécies, representando cerca de 24% da vegetação terrestre. São plantas cosmopolitas, presentes em todos os ecossistemas, exceto grandes altitudes. Sua importância econômica está no fato de serem fonte de alimentos há milênios, sendo como base para o surgimento da civilização humana (JUDD *et al.*, 2009). O Cerrado é especialmente rico em número de espécies de Poaceae com 133 gêneros e cerca de 744 espécies, além de vários táxons infraespecíficos.

**Aristida sp. (26)** (Figura 2): Presença de fitólitos dos tipos *elongate echinate both side*, *elongate echinate one side*, *elongate psilate*, *bilobate* e *polylobate*. Produção muito alta (Figura 3).

**Brachiaria sp. (27)** (Figura 2): Predominância de fitólitos dos tipos *bilobate* e *elongate psilate*. Produção muito alta (Figura 3).

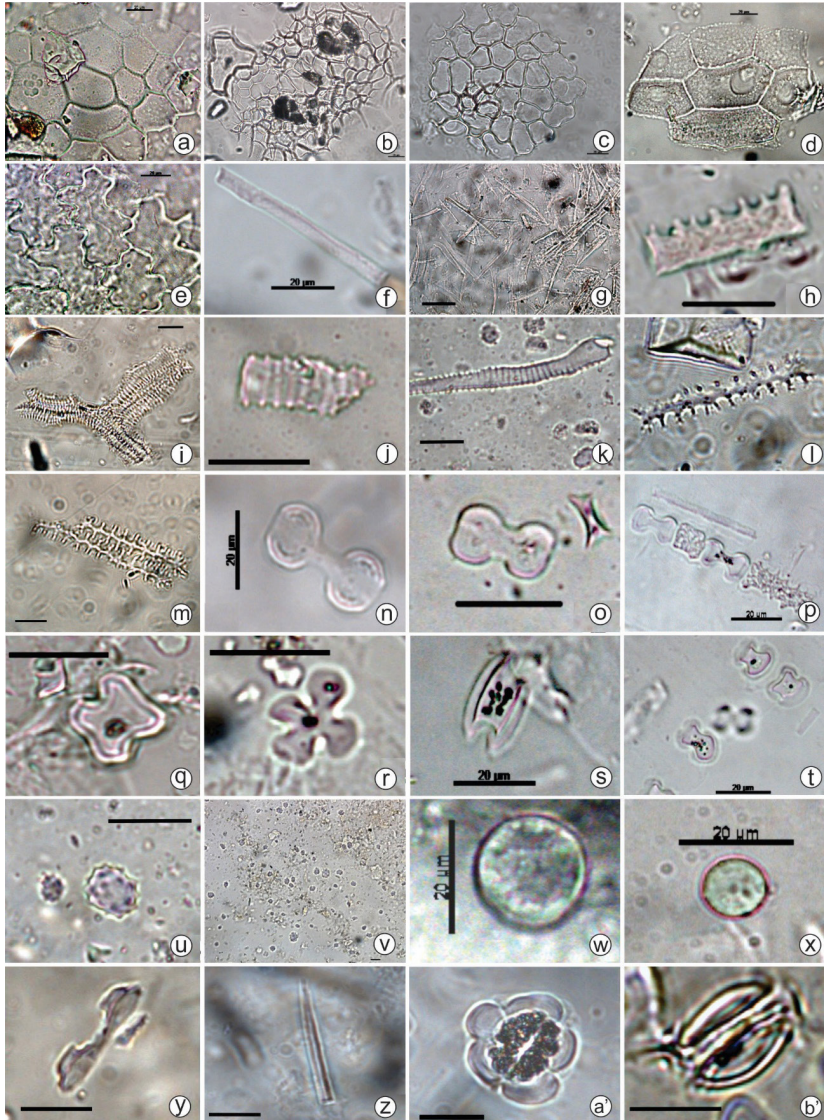


Figura 3: Fitólitos observados nas plantas analisadas: **a, b, c, d**: poliédricos articulados; **e**: puzzle; **f, g**: *elongate psilate*; **h**: *elongate echinate one side*; **i, j, k, l, m**: traqueídeos; **n, o, p, y**: *bilobate*; **q, r**: cross; **s, t**: saddle; **u, v**: *globular echinate*; **w, x**: *globular psilate*; **z**: lanciolate; **a'**: base de tricoma; **b'**: estômato

A tabela 2 resume a produção e os tipos de silicificação observados nas plantas analisadas.

Tabela 2: Produção e tipos de silicificação das plantas analisadas

	Espécies	Produção Predominância	Tipos de silicificação		
			Alguns	Raros	
	<b>ANACARDIACEAE</b>				
1	<i>Tapirira guianensis</i>	Alta	Poliédricos e traqueídeos	Base de tricomas	
	<b>APIACEAE</b>				
2	<i>Eryngium horridum</i>	Não observado	----	----	----
	<b>ASTERACEAE</b>				
3	<i>Ageratum fastigiatum</i>	Baixa	Poliédricos	<i>Globular granulate</i>	
4	<i>Baccharis crispa</i>	Alta	Poliédricos e <i>elongate</i>	Estômatos e traqueídeos	<i>Unciform</i> e base de tricomas
5	<i>Eremanthus erythropappus</i>	Média	<i>Bilobate e papillae</i>		
	<b>CYPERACEAE</b>				
6	<i>Fimbristilis sp.</i>	Alta	<i>Papillae</i>	<i>Elongate</i>	
	<b>FABACEAE</b>				
7	<i>Chamaecrista rotundata</i>	Rara			<i>Bulliform parallelepipedal</i>
8	<i>Copaifera langsdorffii</i>	Não observado	----	----	----
9	<i>Crotalaria unifoliolata</i>	Média	Traqueídeos	Poliédricos	<i>Acicular</i>
10	<i>Enterolobium gummiferum</i>	Rara			Traqueídeos
11	<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Não observado	----	----	----
12	<i>Stylosanthes guianensis</i>	Rara	Traqueídeos	<i>Elongate</i>	<i>Lanciolate</i>
	<b>GLEICHENIACEAE</b>				
13	<i>Dicranopteris flexuosa</i>	Baixa	<i>Puzzle</i>	Traqueídeos	<i>Globular granulate</i>
	<b>LAURACEAE</b>				
14	<i>Ocotea percoriacea</i>	Alta	Poliédricos	Traqueídeos e estômatos	<i>Lanciolate</i>
	<b>LYCOPODIACEAE</b>				
15	<i>Palhinhaea cernua</i>	Média	<i>Elongate e globular psilate</i>	Traqueídeos	<i>Lanciolate e acicular</i>
	<b>MALPIGHIACEAE</b>				

16	<i>Byrsonima sp.</i>	Não observado	---	---	---
<b>MELASTOMATACEAE</b>					
17	<i>Miconia ferruginata</i>	Não observado	---	---	---
18	<i>Miconia theaezans</i>	Rara		<i>Globular granulate</i>	<i>Elongate</i>
19	<i>Pleroma candolleianum</i>	Não observado	---	---	---
20	<i>Pleroma heteromallum</i>	Rara	<i>Bilobate e elongate</i>	<i>Bulliform cuneiform</i>	<i>Globular echinate</i>
21	<i>Tibouchina sebastianopolitana</i>	Alta	Esclereídeos	<i>Elongate e bilobate</i>	<i>Lanciolate (pedaços)</i>
<b>MYRTACEAE</b>					
22	<i>Campomanesia adamantium</i>	Não observados	---	---	---
23	<i>Eugenia dysenterica</i>	Alta	Poliédricos	<i>Papillae</i>	
<b>ONAGRACEAE</b>					
24	<i>Ludwigia leptocarpa</i>	Rara			<i>Acicular e poliédricos</i>
25	<i>Ludwigia myrtifolia</i>	Média	<i>Puzzle</i>	<i>Globular psilate</i>	
<b>POACEAE</b>					
26	<i>Aristida sp.</i>	Muito alta	<i>Elongate e bilobate</i>	<i>Polylobate</i>	
27	<i>Brachiaria sp.</i>	Muito alta	<i>Elongate e bilobate</i>		

## 4 | CONCLUSÃO

As plantas analisadas mostraram ser, em sua maioria, boas produtoras de fitólitos, com predominância dos tipos traqueídeos, poliédricos, *elongate*, *bilobate* e *bulliform*. Pode-se observar também uma grande silicificação de tricomas, o que pode ser uma adaptação da vegetação ao clima do bioma Cerrado, corroborando o proposto por Ricardo (2018) para o bioma Caatinga. Entretanto, observou-se uma grande variação na quantidade e tipos entre as espécies, indicando a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a produção de fitólitos por plantas típicas do Cerrado.

Muitos resultados obtidos necessitam ser complementados ou esclarecidos e as hipóteses formuladas ainda precisam ser testadas e aprofundadas para serem confirmadas. Deste modo, é compreensível que a conclusão deste trabalho não signifique a conclusão de estudos na região. O bioma Cerrado, de tão importante biodiversidade e contexto social, ainda carece de mais estudos sobre as biomineralizações nas plantas; afinal, estudos paleoambientais, que poderão trazer informações sobre a evolução desse bioma ao longo do tempo, necessitam dessas

coleções de referência modernas para comparação com assembleias fitolíticas fósseis.

## REFERÊNCIAS

AZANI, N., BABINEAU, M., BAILEY, C. D., BANKS, H. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*. Bratislava: **Int Assoc Plant Taxonomy-iapt**, v. 66, n. 1, p. 44-77, 2017.

BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**. 1. ed. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1991.

BIGARELLA *et al.*, 1994 BIGARELLA, J. J., BECKER, R. D., SANTOS, G. F. **Estrutura das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.

BOZARTH, S. R. Classification of opal phytoliths formed in selected dicotyledons native to the Great Plains. In: RAPP Jr., G. and MULHOLLAND, S. C. (Eds.), **Phytolith Systematics: Emerging Issues**, Plenum Press, New York, p. 192-214, 1992.

COE, H. H. G.; OSTERRIETH, M.; HONAINÉ, M. F. Phytoliths and their Applications. In: COE, H. H. G. e OSTERRIETH, M. (ed.). **Synthesis of Some Phytolith Studies in South America (Brazil and Argentina)**. 1. New York: Nova Science, p. 1-26, 2014a.

COLEY, P. D.; BARONE, J. Herbivory and Plant Defenses in Tropical Forests. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 27, p. 305-335, 1996.

CONCEIÇÃO, G. M.; RUGGIERE, A. C.; ARAUJO, M. F. V.; CONCEIÇÃO, T. T. M. M.; CONCEIÇÃO, M. A. M. M. Plantas do cerrado: comercialização, uso e indicação terapêutica fornecida pelos raizeiros e vendedores, Teresina, Piauí. **Scientia Plena**, v. 7, n. 12, p. 1 – 6, 2011.

COSTA, J. Y.; SAMPAIO, D. S.; MARQUES, D.; CAMPOS, P. A. de. **Atlas digital de Sistemática das Criptógamas**. Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia. 2020. Disponível em: < <http://www.criptogamas.ib.ufu.br/> > Acessado em 02 mai. 2020.

DIAS, R. R.; COE, H. H. G.; LEPSCH, I. F.; RICARDO, S. D. F.; SILVA, L. M. V.; ALVARENGA, COSTA, A.; RASBOLD, G. G. Morphological Variation Of Phytoliths According to Leaf Senescence and Position in the Organs of *Brachiaria decumbens*. **FLORA**, v.151478, p.1- 6, 2019.

EITEN, G. Delimitação do conceito de Cerrado. **Arquivos do Jardim Botânico**, Rio de Janeiro, 21, p. 125-134, 1977.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.50, p.641-664, 1994.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 02 jun. 2020

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço Range Region eastern Brazil. *In*: DAVIS, S. D.; HEYWOOD, V. H.; HERRERA-MACBRYDE, O.; VILLA-LOBOS, J.; HAMILTON, A. C. (Org.) **Centers of Plant Diversity: A Guide and Strategy for Their Conservation**. England: Cambridge, p. 397-404, 1997.

HARIDASAN, M. Aluminum accumulation by some Cerrado native species in Central Brazil. **Plant and Soil**, 65, p. 265-273, 1982.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal – um enfoque filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

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

LOHMANN, L. G.; PIRANI, J. R. Tecomeae (Bignoniaceae) da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais e Bahia, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 10, n. 1, p. 103-138, fev, 1996.

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba, 1968.

MADELLA, M.; ALEXANDRE, A.; BALL, T. International Code for Phytolith Nomenclature 1.0. **Annals of Botany**, v. 96, p. 253-260, 2005.

MENDONÇA, R., J. FELFILI, B. WALTER, J. C. SILVA Jr., A. REZENDE, T. FILGUEIRAS, NOGUEIRA, P. Flora vascular do Cerrado. *In*: S. SANO & S. ALMEIDA (eds.). **Cerrado. Ambiente e flora**. p. 288-556. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Cerrados, Planaltina, Brasil, 1998.

MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G. A. B. da. **Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. Mexico City: Cemex, Conservation International, Agrupación Sierra Madre, 2004.

NIMER, E., BRANDÃO, A. M. P. M. **Balço hídrico e clima da região dos cerrados**. 1. ed. Rio de Janeiro: FIBGE, 1989.

OKUDA, A.; TAKAHASHI, E. The Effect of Various Amounts of Silicon Supply on the Growth of the Rice Plant and Nutrient Uptake, Part 3. **Journal of the Science of Soil and Manure**, 32, p. 533-537, 1964.

PILÓ, L. B. **Morfologia cárstica e materiais constituintes: Dinâmica e evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú - Carste de Lagoa Santa, Minas Gerais**. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, São Paulo. 269p., 1998.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths Analysis: an archaeological and geological perspective**. San Diego: Academic Press, 280p., 1988.

PIPERNO, D. R. **Phytoliths: a comprehensive guide for archaeologists and paleoecologists**. New York: Altamira press, 238p., 2006.

RAPINI, A.; QUEIROZ, L. P.; GIULIETTI, A. M. PPBio: Programa de Pesquisa em Biodiversidade do Semi-árido. In: QUEIROZ, L.P.; RAPINI, A.; GIULIETTI A. M. (Editores). **Rumo ao Amplo Conhecimento da Biodiversidade do Semi-árido Brasileiro**, p. 25-29, 2008.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J.F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v. 1, n. 80, p. 223-230, 1997.

RIBEIRO J. F. R; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P. **Cerrado ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA, 1998.

RICARDO, S. D. F.; COE, H. H. G.; SOUSA, L. O. F.; DIAS, R. R.; GOMES, E. Produção de Fitólitos em Plantas Características da Caatinga In: **Botânica Aplicada**. 1 ed. Ponta Grossa: Atena, 2018, p. 139-160.

SANTOS, C. P.; COE, H. H. G.; BORRELLI, N. L.; SILVA, A. L. C.; SOUSA, L.O.F.; RAMOS, Y. B. M.; SILVESTRE, C. P.; SEIXAS, A. P. Opal phytolith and isotopic studies of 'Restinga' communities of Maricá, Brazil, as a modern reference for paleobiogeoclimatic reconstruction. **Brazilian Journal of Oceanography** (Online), v.63, p.255 - 270, 2015.

WEBB, E. A.; LONGSTAFFE, F. J. The oxygen isotopic compositions of silica phytoliths and plant water in grasses: implications for the study of paleoclimate. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v.64, n.5, p.767-780, 2000.

WELLE, B. J. H. On the occurrence of silica grains in the secondary xylem of the Chrysobalanaceae. **Iawa Bull.**, v.2, p.19-29, 1976.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Anatomia vegetal 22, 43, 55

Aprendizagem 132, 135, 136, 137, 138, 139, 141, 144, 145, 148, 151, 154, 156, 159, 160, 161, 163, 170, 172, 175, 179, 180, 182, 183, 184, 185

Asteraceae 45, 46, 54, 55, 56, 57, 59, 88, 92, 103, 107, 112

Aulas práticas 132, 133, 160, 163, 169, 171, 175, 178, 183

### B

Biologia 32, 44, 73, 75, 114, 122, 130, 131, 132, 136, 137, 138, 140, 141, 142, 149, 153, 155, 156, 157, 160, 161, 162, 172, 173, 174, 175, 177, 180, 182, 183, 185, 186

Bioma cerrado 102, 104, 116, 157

Biomíneralização 99, 100

### C

Caatinga 58, 59, 60, 65, 66, 67, 71, 72, 74, 75, 85, 87, 94, 95, 96, 97, 109, 113, 116

Campos rupestres 103

Ciências 8, 20, 30, 43, 56, 95, 115, 130, 131, 133, 136, 137, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 169, 171, 172, 173, 174, 176, 178, 180, 182, 184, 185, 186

Composição florística 58, 73, 75, 77, 79, 96, 117, 119, 122

Conservação 8, 60, 68, 72, 73, 74, 75, 78, 95, 96, 115, 117, 119, 122, 123, 176

### D

Diabetes 24, 124, 125, 126, 127, 128, 129

Diversidade florística 60, 120, 121

### E

Ensino 130, 131, 132, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 149, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 184, 185

Epífitas 9, 10, 11, 18, 108

Escola 82, 137, 144, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 174, 176, 180, 183

Espécie invasora 119, 121

Espécies exóticas 77, 80, 118, 119

Espécies nativas 67, 77, 78, 79, 80, 117

Estômatos 9, 16, 22, 27, 29, 31, 35, 37, 38, 39, 40, 42, 107, 108, 112, 142, 143, 150, 156

Estratégia didática 159, 161

Estrato arbóreo 68, 97, 117, 119, 122

## **F**

Fabaceae 58, 59, 60, 62, 65, 70, 71, 73, 77, 78, 80, 81, 82, 88, 89, 93, 94, 97, 103, 107, 112, 117, 118, 119, 120, 121

Fisiologia vegetal 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 155, 156, 176, 179

Fitodiversidade 58, 60

Fitoterápicos 30, 43, 124, 125, 126, 127, 128

Flor 31, 134, 185

Flora 21, 22, 23, 25, 57, 58, 59, 60, 61, 66, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 84, 85, 86, 88, 94, 95, 96, 97, 103, 104, 114, 115, 116, 118, 137

Folha 9, 11, 13, 15, 16, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 36, 37, 38, 42, 47, 56, 91, 100, 148

## **H**

Histoquímico 19, 28, 29, 31, 40

## **I**

Inflorescência 45, 53, 55

## **L**

Leguminosas 58, 59, 60, 71

Livro didático 135, 137, 138, 139, 149, 153, 157, 158, 170

## **M**

Macrófita 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Mata Atlântica 23, 66, 67, 68, 69, 73, 77, 79, 117, 118, 119, 120, 122, 123

Microalga 1, 3, 8

Morfologia 2, 11, 13, 20, 30, 43, 45, 47, 48, 57, 115, 130, 131, 132, 133, 135, 137, 142, 179, 185

Myrtaceae 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 81, 90, 110, 113, 120, 121

## **P**

Parênquima 15, 16, 17, 18, 22, 27, 29, 37, 38, 40, 41, 42, 54

Plantas medicinais 22, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 42, 43, 44, 73, 74, 125, 128, 129

Potencial econômico 58, 60, 67, 70, 75

## **R**

Recurso didático 130

Riqueza florística 103

## **S**





Samambaias 10, 18, 19, 21

## **T**

Terminologia botânica 133

Tricomas 1, 3, 4, 5, 6, 22, 29, 31, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 53, 54, 99, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113

# Os Percursoos da Botânica e suas Descobertas





-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

**Atena**  
Editora

Ano 2020



Os  
Percursoos  
da  
Botânica  
e suas  
Descobertas

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  @atenaeditora
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

 **Atena**  
Editora

Ano 2020

